

Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 5



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

*Desarrollo del Módulo de Terminación y Ensayo
para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de
Petróleo Fase II.*

Autor:

Dariel Costa Báez

Tutora:

Ing. Delmis Velázquez Alfonso

Co-Tutor (es)

Ing. Yoan Céspedes Williams

“Año 58 de la Revolución”



“Seamos la pesadilla de los que pretenden
arrebatar nos los sueños”.

Che.

Declaración de autoría

Declaro ser el único autor del presente trabajo y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales del mismo, con carácter exclusivo.

Para que así conste se firma el presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Firma del autor

Firma del tutor

Firma del tutor

Datos de tutor:

Nombre: Delmis Velázquez Alfonso

Correo electrónico: dvalfonso@uci.cu

Datos de Co-Tutor:

Nombre: Yoan Céspedes Williams

Correo electrónico: ycespedesw@uci.cu

Agradecimientos

A las personas más importantes en mi vida, mamá, papá y mi hermano Dankiel, con todo mi cariño, amor y respeto, ya que hicieron todo lo posible y hasta lo imposible para que pudiera lograr todos mis sueños, por nunca dejarme solo, por apoyarme en todos y cada uno de los momentos en los que necesitaba una mano, por ser las únicas personas que nunca me darán la espalda y porque estoy orgulloso de ellos y estoy seguro que ellos de mí. Porque sé que seguirán dándome su amor y confianza en todo momento, por darme el mejor regalo que le puedan dar a una persona, la vida y la oportunidad de vivirla plenamente. A quienes nunca vacilaron para darme la mano en cualquier circunstancia. A quienes con sus palabras y optimismo me levantaban los ánimos y me daban fuerzas para seguir adelante. A quienes me enseñaron todas las cosas que sé y me inculcaron valores importantes que me han ayudado a ser la persona que soy. Gracias a los tres por estar siempre ahí cuando los necesito.

A mi tío pito, que siempre estuvo disponible para lo que sea en las diferentes etapas de mi vida, desde que nací hasta la persona que soy hoy, gracias por estar.

A mi familia que sería imposible mencionarlos sin que se me quedara alguien de esas valiosas personas

A mis amistades, empezando por aquellas que prácticamente desde que salimos del vientre, hemos pasados los mejores y los peores momentos juntos, desde la primaria hasta el IPVCE, y Julito y Lianet que aún arrastran conmigo, a todos gracias por estar en un momento importante de mi vida, y los que no se encuentran sé que lo sienten así y comparten mi felicidad, a aquellos que conocí en estos años, desde el antiguo edificio 87 hasta el actual 91, que de una forma u otra aportaron su granito en estos años.

A Yudelyn mi novia, que en estos últimos tiempos ha compartido los buenos y malos momentos de mi vida, por aceptarme como soy y ser paciente conmigo, por entenderme quererme y hacerme feliz en cada hora, minuto y segundo que corre el tiempo. Muti te quiero, gracias por aparecer.

A las amistades de mi novia, que ya las he acaparado un poquito para mí, gracias por permitir que este momento pasara, y gracias por su ayuda tecnológica para la realización de este trabajo.

A todo aquel que conocí en una fiesta, una cola o simplemente caminando por la calle. Gracias.

A mis tutores por la incondicionalidad en todo este tiempo de duro esfuerzo y sacrificio, gracias por apoyarme, y contribuir a la formación de este ingeniero.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, mi hermano y demás familiares que siempre confiaron en mí y dieron todo para que me superara profesionalmente. En especial a mi hermano por estar siempre a mi lado, por apoyarme siempre de forma incondicional en todo momento, dos graduaciones han tenido mis padres en el día de hoy, porque siento este título tanto mío como de él, gracias Dankiel por pedirle a mis padres que tuvieran otro bebe, que tuvieras otro hermanito. Tenerte como hermano me ha dado fuerzas para lograr mi objetivo y continuar en mi superación como profesional.

Resumen

En el mundo actual las empresas e instituciones se inclinan por informatizar los procesos que las soportan, optimizando costo y tiempo de ejecución de estos. La dinámica de los cambios tecnológicos se acelera exponencialmente, lo cual permite realizar propuestas de nuevos sistemas. Los continuos y veloces cambios en la Industria del Petróleo, conducen a la búsqueda de nuevas tecnologías, siendo una de estas la gestión automatizada de procesos en las instalaciones petroleras. En nuestro país la Unión de Empresas Cuba Petróleo (CUPET), es la encargada de dirigir cada uno de estos procesos (Exploración-Producción, Refinación y Comercialización).

El Sistema Integral de Perforación de Pozos (SIPP), es un proyecto de desarrollo e investigación que está orientado a solucionar las necesidades de la perforación en tierra de la empresa CUPET. Este no es capaz de controlar la gestión de los procesos asociados a la etapa de Terminación y Ensayo, proceso que es de gran interés para la Empresa puesto que tiene como objetivo primordial obtener la producción óptima de hidrocarburos a menor costo. Este necesita de un módulo que gestione el flujo de información del proceso dejándose de realizarse de forma manual y evitando de esta forma incurrir en errores y desactualizaciones de la información. Siendo la solución para ello: Desarrollar el Módulo Terminación y Ensayo para el sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo, proyecto de desarrollo e investigación que está orientado a solucionar las necesidades de la perforación en tierra de la empresa CUPET.

Palabras clave: automatización, CUPET, ensayo, perforación, terminación,

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1 TERMINACIÓN DE POZOS DE PETRÓLEO	6
1.2 ENSAYOS EN POZOS DE PETRÓLEO.....	8
1.3 FLUIDOS DEL POZO EN LA ETAPA DE TERMINACIÓN	8
1.4 PROCESO DE COMPLETAMIENTO DEL POZO	9
1.5 FACTORES QUE DETERMINAN EL DISEÑO DEL COMPLETAMIENTO DE POZOS.....	9
1.6 SISTEMAS DE GESTIÓN EN LA INDUSTRIA PETROLERA	11
1.6.1 <i>InfoPerf (Info Oil S.A - Argentina)</i>	11
1.6.2 <i>WELLPROD (DCCsoft- Argentina)</i>	11
1.6.3 <i>DATAWELL (DCCsoft-Argentina)</i>	12
1.6.4 <i>Well Logger</i>	12
1.6.5 <i>Well View (Pelotón - Canadá)</i>	12
1.6.6 <i>Petrokem Loggin Services</i>	13
1.6.7 <i>Petrel (Schlumberger-Estados Unidos)</i>	13
1.7 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	14
1.7.1 <i>Metodología de desarrollo para la actividad productiva de la UCI</i>	14
1.8 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS	15
1.9 ENTORNO DE DESARROLLO.....	16
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	18
2.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	18
2.2 REQUISITOS FUNCIONALES	19
2.2.1 <i>Requerimientos funcionales del sistema</i>	19
2.3 REQUISITOS NO FUNCIONALES.....	20
<i>Restricciones en el diseño e implementación de la presente aplicación</i>	20
2.4 HISTORIA DE USUARIO PARA LOS REQUISITOS FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN	20
2.5 PATRONES DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE.....	22
2.5.1 <i>Patrón utilizado</i>	22
2.5.2 <i>Patrones de diseño</i>	24
2.5.3 <i>Patrones utilizados</i>	24
2.6 DIAGRAMA DE CLASES PERSISTENTES.....	24
2.7 DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO	25
2.7.1 <i>Diagramas de clases propuestos como solución</i>	26

2.8 MODELO DE DATOS	26
CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS	28
3.1 MODELO DE IMPLEMENTACIÓN.....	28
3.1.1 Diagrama de componentes.....	28
3.1.2 Estándares de codificación.....	30
3.2 PRUEBAS DE SOFTWARE	34
3.2.1 Pruebas Realizadas.....	34
3.2.2 Diseño de Caso de Prueba.....	35
3.2.3 Resultado de las Pruebas	36
CONCLUSIONES PARCIALES	37
CONCLUSIONES GENERALES.....	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Terminación sencilla básica, pozo vertical.....	7
Figura 2. Tipos de Completamientos.....	10
Figura 3. Arquitectura del sistema.....	23
Figura 4. Diagrama de clases persistentes	25
Figura 5. Diagrama de Clases de Composición de Herramientas	26
Figura 6. Modelo de Datos.....	56
Figura 7. Diagrama de Componentes.	29
Figura 8. Ejemplo 1 de estructura de código.....	31
Figura 9. Ejemplo 2 de estructura de código	32
Figura 10. Ejemplo 1 de convenciones de nomenclatura	32
Figura 11. Ejemplo 2 de convenciones de nomenclatura	32
Figura 12. Ejemplo 3 de convenciones de nomenclatura	33
Figura 13. Ejemplo 4 de convenciones de nomenclatura	33
Figura 14. Ejemplo 5 de convenciones de nomenclatura	33
Figura 17. Resultado de las pruebas.....	37
Figura 18. Diagrama de clases Registrar Reporte Diario de Terminación.....	53
Figura 19. Diagrama de Clases Registrar la evaluación del ensayo.....	54
Figura 20. Esquema de completamiento del pozo.....	54
Figura 21. Diagrama de Clases Registrar Punzado del Pozo.....	54
Figura 22. Estimulación del Yacimiento.....	55
Figura 23. Diagrama de Clases Registrar Producción.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de salmueras	9
Tabla 2. HU Gestionar Composición de Herramientas	21
Tabla 3. CP Registrar Composición de Herramientas.....	35
Tabla 4. CP Eliminar Composición de Herramientas	36
Tabla 5. HU Reporte Diario de Terminación.	41
Tabla 6. HU Evaluación Ensayo del Pozo	43
Tabla 7. HU Esquema de Completamiento.....	44
Tabla 8. HU Estimulación del Yacimiento.	47
Tabla 9. HU Registrar Producción.	49
Tabla 10. HU Punzado de Pozo.	52
Tabla 11. CP Reporte Diario Terminación, General/Costos.	57
Tabla 12. CP Reporte Diario Terminación, Sumario y Pronósticos.	58
Tabla 13. CP Reporte Diario Terminación, Producción de fluidos.....	59
Tabla 14. CP Evaluación y Ensayo.....	60
Tabla 15. CP Esquema de Completamiento, General/Camisas.....	61
Tabla 16. CP Esquema de Completamiento, Tuberías.	62
Tabla 17. CP Eliminar Tuberías.....	64
Tabla 18. CP Insertar Composición de Herramientas.....	64
Tabla 19. CP Eliminar Composición de Herramientas.	65
Tabla 20. CP Punzado de Pozo.	65
Tabla 21. CP Registrar Estimulación del Yacimiento.	67
Tabla 22. CP Eliminar Estimulación del Yacimiento.....	68
Tabla 23. CP Producción.....	68

Introducción

La creciente velocidad de cambio, impulsado por la competencia globalizada y la acelerada obsolescencia de las tecnologías empresariales, revelan que se está entrando en una nueva etapa, donde la aplicación de los conocimientos para innovar será la única ventaja competitiva sostenible.

La principal tarea de las direcciones de las instituciones empresariales será entonces gestionar todas las actividades que permitan generar, buscar, difundir, compartir, utilizar y mantener el conocimiento, la información, la experiencia y la pericia de una organización, con el fin de incrementar la eficiencia, la calidad y aumentar su valor.

Las empresas que aprovechan al máximo sus conocimientos no tienen que repetir tareas, ni perder tiempo en realizarlas; están preparadas para la evolución de la sociedad industrial a la sociedad de la información y el conocimiento, forma parte de una de las principales transformaciones que ocurren en el mundo contemporáneo de hoy, planteando nuevas metas a las ciencias modernas y de forma particular a las de la información, la que se ha convertido en un instrumento imprescindible del desarrollo social, político y económico de los países, por lo que es vital informatizar los procesos empresariales como punto de partida de la creación de una sociedad más relacionada con su entorno.

En Cuba el proceso de gestión y control de información constituye una actividad de suma importancia, sobre todo en entidades que emplean grandes volúmenes de la misma. Cuando se maneja la información de forma manual se pueden cometer errores que afectan directamente los resultados, incurriendo en malas decisiones, por este motivo en muchas ocasiones se ve afectada la producción, la eficiencia y la calidad en sus consecuencias. Hoy el país hace énfasis en desarrollar las tecnologías de la información y las comunicaciones con el objetivo de mejorar y humanizar estas tareas de alto impacto, tanto a nivel económico como social. El sector industrial cubano, se ve urgido de remplazar e implantar nuevas herramientas, basadas en tecnologías libres, que le permitan sustituir y mejorar sus procesos industriales.

La industria del petróleo no se encuentra ajena a tales cambios. Actualmente la Dirección de Intervención de Pozos de Petróleo (DIPP) cuenta con un software para la gestión de información de los procesos asociados a la perforación de pozos de petróleos. SIPP, tiene como principal objetivo la informatización de los procesos industriales y áreas asociadas a la industria petrolera en Cuba, específicamente que tengan que ver con la perforación, haciendo uso de nuevas tecnologías que permitan el desarrollo ágil de los procesos industriales de gestión, así como la calidad de los mismos.

Algunos de dichos procesos se continúan manejando de forma manual, lo que dificulta el desarrollo, la productividad y la eficiencia del trabajo realizado en la DIPP. Por esta razón se le dio a la Universidad de las Ciencias Informáticas la responsabilidad de desarrollar una nueva versión del producto que fuera capaz de controlar todas las actividades que se realizan dentro del proceso de perforación de pozos de petróleo.

Actualmente el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleos (SIPP) no es capaz de controlar la gestión de los procesos asociados a la etapa de Terminación y Ensayo, proceso que es de gran interés para la Empresa puesto que tiene como objetivo primordial obtener la producción óptima de hidrocarburos a menor costo. En esta etapa se controlan actividades asociadas a las operaciones diarias de terminación, se generan reportes de terminación, y se realiza el esquema de completamiento de pozo, así como el pronóstico de terminación. Además, se registran los datos asociados a las herramientas que se encuentran en el pozo durante este período, así como el volumen de producción generado durante el mismo. Una causa que afecta comúnmente a la terminación es el daño a la formación (disminución de la permeabilidad) causado por el filtrado de lodo durante la perforación.

Lo anterior ha llevado a tomar en cuenta los efectos perjudiciales que pueden ocasionar los diversos fluidos de control, por lo que es necesario seleccionar cuidadosamente y llevar un control de los fluidos utilizados en la terminación de los pozos. Por otra parte, el equipo de intervención del pozo debe contar con herramientas especiales para maniobrar múltiples operaciones a la vez, por lo que estas maniobras son mucho más riesgosas y delicadas si no se hace de forma correcta, por lo que se requiere mantener segura toda la información de este tipo de equipamiento. Mediante el punzado de pozo se puede determinar los volúmenes de fluido que aporta, así como la composición y calidad de los mismos (petróleo, gas, porcentaje de agua), se determina así si la presión de la capa o estrato es suficiente para lograr el flujo hacia la superficie en forma natural o si deben instalarse sistemas artificiales de extracción.

De la situación problemática antes expuesta se deriva el siguiente **problema a resolver**:

¿Cómo gestionar los procesos asociados a la etapa de terminación y ensayo en el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II?

Siendo el **objeto de estudio** la informatización de los sistemas de gestión en la industria petrolera, enmarcándose en el **campo de acción** la gestión de los procesos asociados a la etapa de Terminación y Ensayo en el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II.

Para darle solución al problema de investigación se propone como **objetivo general**:

Desarrollar el módulo de Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II, para controlar la gestión de los procesos industriales asociados a la etapa.

Dicho objetivo general puede desglosarse en las siguientes **tareas de investigación**:

1. Caracterización de los procesos necesarios para el desarrollo del módulo de

Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II.

2. Caracterización de las herramientas y tecnologías necesarias para la implementación del módulo de Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II.
3. Definición de las funcionalidades implicadas en el desarrollo del módulo de Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II.
4. Implementación del módulo de Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II.
5. Realización de pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del módulo de Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II.

Para guiar el proceso de desarrollo, se plantea como **idea a defender**: Con la implementación del módulo del módulo de Terminación y Ensayo para el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo Fase II, se podrán gestionar y controlar los procesos asociados a la etapa Terminación y Ensayo en la perforación de pozos petroleros.

Posibles resultados de la investigación

Módulo de Terminación y Ensayo.

Para el éxito de la presente investigación se utilizan los siguientes métodos

Métodos científicos	Descripción	Utilización
Métodos Teóricos		
Histórico - lógico	Analizan la trayectoria completa del fenómeno, su condicionamiento a los diferentes períodos de la historia, revela las etapas principales su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.	Establecer un estudio bibliográfico y una base sólida de fundamentos teóricos que permita relacionar el análisis documental y estado del arte para saber con mayor precisión cómo ha ido evolucionando la gestión de los procesos de Terminación y Ensayo en los pozos de petróleo, investigando como es tratado el tema en la actualidad, con el objetivo de detectar aspectos positivos a tener en cuenta en la solución que se propone

		desarrollar.
Analítico – Sintético	Permiten la división mental del fenómeno en sus múltiples relaciones y componentes para facilitar su estudio y establecer mentalmente la unión entre las partes previamente analizadas, posibilitando descubrir sus características generales y las relaciones esenciales entre ellas.	Utilizado para profundizar en el tema que se desarrolla. Permitió concretar los elementos más importantes relacionados con las funcionalidades más utilizadas en los sistemas de gestión y control de datos representativos de la perforación de pozos, posibilitando descubrir sus características generales y las relaciones esenciales mediante el análisis.
Modelación	Es el proceso mediante el cual se crea una representación o modelo para investigar la realidad.	Con el mismo se lleva a cabo la representación de cómo ocurren los procesos a implementar, además para crear los modelos definidos en la metodología utilizada.
Métodos Empíricos		
Observación	La observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de conducta manifiesta. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias.	Se utilizara durante toda la etapa de identificación y análisis de recopilación de datos e información que fundamenten su contribución en el análisis del campo de acción y del objetivo de estudio, y para analizar cómo funciona el proceso de perforación de un pozo de petróleo y la información que se genera, así como detectar los flujos alternos de información del proceso de perforación de pozos
Entrevistas	Es la recogida de información a través de un proceso de comunicación, en el transcurso del cual el entrevistado responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de las	Se utilizará el proceso de comunicación verbal con los implicados en el centro y con otras personas que contribuyen en la investigación del objeto de estudio con vista a recopilar

	dimensiones que se pretendan estudiar, planteadas por el entrevistador.	informaciones, en relación con una finalidad establecida en la investigación.
--	---	---

El documento consta de 3 capítulos organizados de la siguiente forma:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica: En este capítulo se definen los principales conceptos que serán utilizados en el desarrollo del presente trabajo para tener un mayor entendimiento, donde se hará referencia a los principales conceptos relacionados con el dominio, estado del arte, así como el análisis de las herramientas y tecnologías de software a utilizar. Todo lo anterior, soportado por referencias bibliográficas de los principales autores e instituciones nacionales e internacionales.

Capítulo 2: Descripción de la propuesta de solución: Este capítulo modela el sistema a desarrollar. Se definen los requisitos funcionales y no funcionales que garantizarán el desarrollo de la solución al problema, además se describe brevemente el sistema propuesto realizando una descripción detallada del mismo.

Capítulo 3: Implementación y pruebas: Este capítulo se revisarán las tareas realizadas y se mostrará el estilo de implementación utilizado, además se abordarán las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento del software y para junto con el cliente probar y aceptar el módulo.

Capítulo I. Fundamentación teórica

1. Introducción

Los cambios en la industria petrolera, hacen que las empresas vean la necesidad de informatizar los procesos asociados al sector para reducir el tiempo de ejecución y costo de los mismos. El uso de las Tecnologías de Informatización y las Comunicaciones (TIC) en la perforación y la terminación de pozos, hacen que estos procesos sean rentables y oportunos para nuestro país, ya que estas son operaciones necesarias en la industria petrolera. A continuación, se presenta el marco teórico de la investigación comenzando por algunos conceptos importantes, elementos de la metodología y herramientas utilizadas, así como la fundamentación de su competitividad para la realización de este trabajo.

1.1 Terminación de pozos de petróleo

Una vez finalizadas las tareas de perforación y desmontado el equipo, se procede a la terminación y reequipamiento del pozo que consiste en una serie de tareas que se llevan a cabo mediante el empleo de una unidad especial que permite el ensayo y posterior puesta en producción del mismo. Dicha unidad consiste en un equipo de componentes similares al de perforación, pero normalmente de menor potencia y capacidad ya que trabaja, en principio, dentro del pozo ya entubado, con menores diámetros y volúmenes que los utilizados durante la perforación, por lo que tiene, menor riesgo (1).

La terminación de un pozo petrolero es un proceso operativo que se inicia después de cementada la última tubería de revestimiento y se realiza dejando el pozo produciendo hidrocarburos o taponado si así se determina. El objetivo primordial de la terminación de un pozo es obtener la producción óptima de hidrocarburos al menor costo. Para que esta se realice debe hacerse un análisis nodal para determinar que aparejos de producción deben de utilizarse para explotar el pozo adecuado a las características del yacimiento, (tipo de formación, mecanismo de empuje, etc.) (2).

La terminación es la fase más importante en la vida de un pozo, porque comprende todas las operaciones entre la perforación y la puesta en producción. Una terminación ideal minimiza el costo inicial de un pozo, incide sobre la rentabilidad del mismo a lo largo de su vida productiva. Por el contrario, una terminación deficiente ocasiona gastos innecesarios, abandono prematuro y reservas de hidrocarburos no recuperadas. Para el diseño de un Programa de Terminación, se debe tener en cuenta las condiciones ambientales, restricciones y los recursos. De la calidad de los procedimientos para satisfacer estos requerimientos dependerá el comportamiento futuro del pozo (1).

A continuación, la gráfica muestra el caso básico de terminación sencilla:

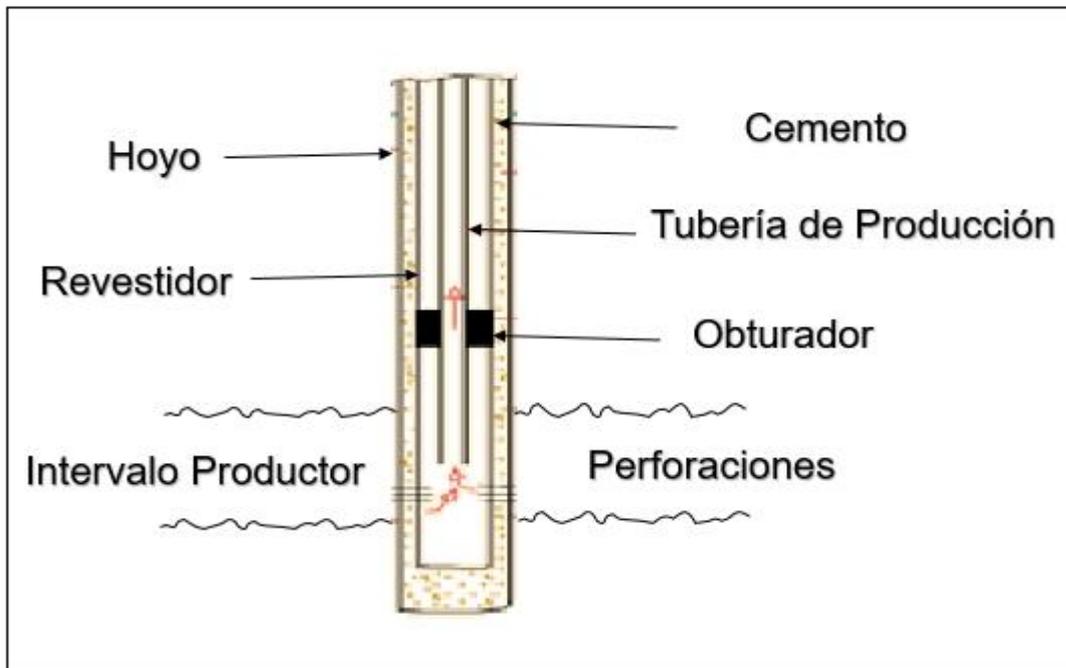


Figura 1. Terminación sencilla básica, pozo vertical.

Hoyo: Trayectoria del pozo al yacimiento en la perforación, facilita la introducción de herramientas para la futura explotación de este.

Cemento: El material utilizado para sellar permanentemente los espacios anulares existentes entre la tubería de revestimiento y las paredes del pozo. También se utiliza cemento para sellar las formaciones y evitar la pérdida de fluido de perforación y para operaciones que implican desde la colocación de taponos de desviación hasta el taponamiento y abandono del pozo (3).

Tubería de Producción: La tubería de producción de petróleo es una pieza de equipo de perforación de petróleo, ampliamente utilizada en la industria del petróleo y de gas. Las tuberías de producción de petróleo consisten en tubos de uso especial utilizados en pozos de petróleo, gas y agua para extraer el petróleo, gas y agua a la superficie (4).

Revestidor: Son tuberías especiales y esenciales de la perforación y de la terminación de un pozo de petróleo. Consiste en una columna de tuberías de acero que se introducen en el pozo perforado, enroscándolas una a otra para formar un tubo continuo hasta que se alcance la profundidad deseada y que luego son cementadas para lograr la protección del hoyo y permitir posteriormente el flujo de fluidos desde el yacimiento hasta la superficie (5).

Obturador: Material de composición áspera, fibrosa o escamosa, utilizado para formar una barrera impermeable a través de una interfaz de formación o de un disparo. Los materiales de obturación se utilizan comúnmente cuando se producen situaciones de pérdida de circulación durante la perforación. También se utilizan en operaciones de reparación durante la preparación para ahogar (matar) un pozo cuando existen probabilidades de que el fluido de ahogo se pierda en

los disparos. La selección de un material de obturación adecuado es crucial durante las operaciones de reparación de pozos debido a que la barrera se debe retirar por completo como paso previo para volver a poner el pozo en producción (3).

Perforaciones: Es el agujero resultante después de aplicada una fuerza de empuje en el fondo, utilizando una barrena, haciendo rotar la sarta de perforación.

Existen varios tipos de terminación de pozos. Cada tipo es elegido para responder a condiciones mecánicas y geológicas impuestas por la naturaleza del yacimiento. Sin embargo, siempre debe tenerse presente que la terminación mientras menos aparatosa mejor, ya que, durante la vida productiva del pozo, sin duda, se requerirá volver al hoyo para trabajos de limpieza o reacondicionamientos menores o mayores. Además, es muy importante el aspecto económico de la terminación elegida por los costos de trabajos posteriores para conservar el pozo en producción. La elección de la terminación debe ajustarse al tipo y a la mecánica del flujo del yacimiento, al pozo y del fondo del pozo a la superficie, como también al tipo de crudo (6).

1.2 Ensayos en pozos de petróleo

Los ensayos de pozos consisten en ocasionar una perturbación en el caudal y analizar la respuesta de presión asociada a dicha perturbación con el objetivo de obtener información de la transmisividad de la formación (kh/m) del factor de daño (s), y eventualmente de la presión estática de la formación (p) (7).

1.3 Fluidos del pozo en la etapa de terminación

Representan líquidos libres de sólidos utilizados para "terminar" un pozo de petróleo o gas. Este fluido se coloca en el pozo para facilitar las operaciones finales antes del comienzo de la producción, tales como la colocación de filtros (cedazos), tuberías de revestimiento cortas (*liners*) de producción, empacadores y válvulas de fondo pozo, o la ejecución de disparos en la zona productiva. El fluido está diseñado para controlar un pozo en caso de falla del *hardware* de fondo de pozo, sin dañar la formación productiva o los componentes de la terminación. Habitualmente, los fluidos de terminación de pozos son salmueras (cloruros, bromuros y formiatos), pero en teoría podrían ser cualquier fluido con características adecuadas de densidad y flujo. El fluido debe ser químicamente compatible con la formación prospectiva y los fluidos, y en general se somete a un alto grado de filtrado para evitar la introducción de sólidos en la región vecina al pozo. Rara vez, un fluido de perforación común es adecuado para las operaciones de terminación debido a su contenido de sólidos, grado de acidez (pH) y composición iónica. En algunos casos, los fluidos de perforación de yacimiento (que no dañan la formación) pueden resultar apropiados para ambos fines (8).

Los fluidos de completamiento más utilizados son los de base agua como las aguas salobres y se clasifican de la siguiente forma:

Tabla 1. Tipos de salmueras

Sistema	Densidad g/cm³
Agua dulce filtrada	1
Cloruro de potasio	1.16
Cloruro de sodio	1.19
Cloruro de calcio	1.39
Bromuro de sodio	1.52
Bromuro de calcio	1.7
Cloruro de calcio/bromuro de calcio	1.81
Bromuro de calcio/bromuro de zinc	2.42
Bromuro de zinc	2.5

1.4 Proceso de completamiento del pozo

Se define como el diseño, la selección e instalación de tuberías, empacaduras y demás herramientas o equipos dentro del pozo con el propósito de que la producción sea de manera controlada, segura y rentable.

Esta etapa es el resultado de diferentes estudios realizados al pozo, empezando por la exploración hasta la evaluación del pozo en flujo, algún tiempo después de haber sido perforado.

Los pozos son la única manera de comunicar al yacimiento con la superficie. La efectividad de esa comunicación es un factor importante en la producción del yacimiento, así como en la economía total. La completación de los pozos deben ser diseñadas para obtenerla máxima rentabilidad en el campo. Es necesario seleccionar los diversos elementos y técnicas necesarias para lograr la completación óptima y segura de un pozo productor o inyector, así como también las herramientas que contribuyen a evitar problemas en la producción efectiva de los pozos (9).

1.5 Factores que determinan el diseño del completamiento de pozos

La productividad de un pozo y su futura vida productiva es afectada por el tipo de completamiento y los trabajos efectuados durante la misma. La selección del completamiento tiene como principal objetivo obtener la máxima producción en la forma más eficiente y, por lo tanto, deben estudiarse cuidadosamente los factores que determinan dicha selección, tales como: (10)

- ✓ Tasa de producción requerida.
- ✓ Reservas de zonas a completar.

- ✓ Mecanismos de producción en las zonas o yacimientos a completar.
- ✓ Necesidades futuras de estimulación.
- ✓ Requerimientos para el control de arena.
- ✓ Futuras reparaciones.
- ✓ Consideraciones para el levantamiento artificial por gas, bombeo mecánico, etc.
- ✓ Posibilidades de futuros proyectos de recuperación adicional de petróleo.
- ✓ Inversiones requeridas.

La siguiente gráfica muestra los tipos de completamientos de pozo y algunas de sus características:

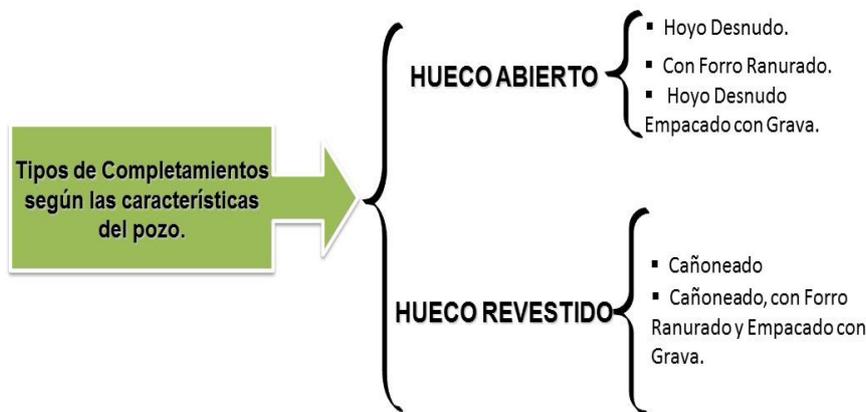


Figura 2. Tipos de Completamientos.

- ✓ **La completación a hueco abierto** Este tipo de completación se realiza en zonas donde la formación está altamente compactada, siendo el intervalo de completación o producción normalmente grande (100 a 400 pies) y homogéneo en toda su longitud. Consiste en correr y cementar el revestimiento de producción hasta el tope de la zona de interés, seguir perforando hasta la base de esta zona y dejarla sin revestimiento. Este tipo de completación se realiza en yacimientos de arenas consolidadas, donde no se espera producción de agua/gas ni producción de arena o derrumbes de la formación (9).
- ✓ **La completación a hueco revestido** es la que más se usa en la actualidad, ya sea en pozos poco profundos, como en pozos profundos. Consiste en correr y cementar el revestimiento hasta la base de la zona objetivo, la tubería de revestimiento se cementa a lo largo de todo el intervalo o zonas a completar, cañoneando selectivamente frente a las zonas de interés para establecer comunicación entra la formación y el hueco del pozo (9).

1.6 Sistemas de gestión en la industria petrolera

En la actualidad existen varias compañías a nivel internacional que se dedican a la gestión de los procesos en la Industria del Petróleo, específicamente a la automatización de los procesos e incluso los subprocesos dentro de la perforación. Estas compañías poseen más de 10 años de experiencia en la construcción de este tipo de sistemas, además de poseer recursos y personal capacitado para lograr obtener sistemas de alta calidad y competitividad. Por tales razones era necesario el desarrollo de un sistema que al menos, a corto plazo, igualara estos sistemas y que en un futuro pudiera convertirse en un producto único y deseado a nivel nacional e internacional.

Para la realización de la presente investigación se dedicó más de dos meses a estudiar todo tipo de sistemas que se dedicaran a automatizar alguno de los procesos dentro de la perforación e intervención de pozos de petróleo. En la investigación realizada se encontraron más de 20 empresas dedicadas al desarrollo de sistemas para la industria del petróleo.

El resultado de esta investigación arrojó los principales competidores que pudiera tener SIPP:

1.6.1 InfoPerf (Info Oil S.A - Argentina)

InfoPerf permite ver el avance de la perforación del pozo en el tiempo y compararlo con la curva de perforación teórica para este pozo, también permite consultar el detalle de las maniobras realizadas en el pozo, por fecha y hora, con un detalle de la profundidad alcanzada al finalizar cada una. Cuenta con un módulo de gráficos que permite visualizar diversos aspectos sobre las perforaciones del pozo, curvas de trépanos y curvas de costos. Permitiendo acceder directamente a los datos que dan origen a dichos gráficos. Adicionalmente a las consultas por interfaces gráficas que ofrece el sistema, se suma el módulo de listados, que permiten mostrar en planillas Excel información detallada presentada como informes o listados (12).

Principales características:

- ✓ Manejo de datos y seguimiento del proceso de perforación y terminación de pozos.
- ✓ Interface de usuario simple y amigable.
- ✓ Cuenta con diversos módulos, cada uno con distintas funcionalidades y audiencia.
- ✓ Seguimiento de gastos y costos operativos.
- ✓ Gráficos de avance de perforación, trépanos y costos.
- ✓ Información histórica de los pozos.
- ✓ Consultas definibles por el usuario.
- ✓ Listados con información técnica y de gastos.

1.6.2 WELLPROD (DCCsoft- Argentina)

WELLPROD es una herramienta que permite la gestión integral de la producción de hidrocarburos,

recreando los diferentes sistemas colectores de la compañía, capturando los datos del campo y generando reportes de uso interno y requisitos de entes gubernamentales. Proceso de distribución de la producción de petróleo, gas y agua de acuerdo a los controles registrados para cada pozo de producción, informe mensual de producción, pérdida por motivos de paro, comparativas de producción potencial, teórica y real, informe para la secretaría de energía.

Moderno panel de control donde podremos monitorear las variables que cada operadora considere importante, por ejemplo, evolución de la producción, pérdidas no determinadas, comparativas de producción potencial, teórica y real, distribución de pérdidas por motivos de paro, etc (12).

1.6.3 DATAWELL (DCCsoft-Argentina)

DATAWELL es una herramienta que permite gestionar de manera completa la construcción de pozos petroleros convencionales y no convencionales, desde la ingeniería de perforación hasta las intervenciones cuando el pozo está productivo. La solución gestiona las etapas de perforación, completación, recompletaciones, intervenciones y abandono del pozo, es decir gestiona el ciclo de vida completo de los pozos. Para cada etapa *Datawell* permite desarrollar el programa del pozo. A medida que se están ejecutando cada una de las mencionadas etapas, permite registrar detalladamente las maniobras operativas con sus correspondientes variables técnico/económicas, las cuales se monitorean periódicamente para evitar desvíos respecto a lo programado.

A partir de pozos realizados anteriormente, *Datawell* permite identificar curvas de perforación teóricas, performance de conjuntos de fondos, performance de trépanos, zonas críticas de pesca, comportamientos y tendencias de variables operativas.

La aplicación permite registrar minuto a minuto las operaciones que se están llevando a adelante en el pozo. Las tareas más importantes tienen un nivel de detalle mayor (cementación, entubación, pesca, punzados, ensayos, etc) (12).

1.6.4 Well Logger

Well Logger permite crear informes de perforación de suelo y diagramas de construcción de pozos. Ofrece una sencilla, aunque robusta, interfaz de usuario que ofrece presentaciones personalizables, patrones definidos por el usuario, escala ajustable y vista previa de la impresión. *Well Logger* tiene una interfaz de hoja de cálculo fácil de usar, con cajas de entrada que simplifican la entrada de datos para cada perforación (13).

1.6.5 Well View (Pelotón - Canadá)

WellView permite crear informes desde la planificación del pozo hasta el abandono, da un seguimiento de todos los cambios y operaciones en todo el ciclo de vida del pozo. Con sus potentes esquemas, informes y herramientas de análisis se basa en las más importantes bases de

datos y desarrollo de aplicaciones de tecnología de soporte de Microsoft Access, SQL Server y bases de datos Oracle (14).

1.6.6 Petrokem Loggin Services

Petrokem Loggin Services maneja un control de los procesos que ocurren en el pozo con una alta calidad es un sistema confiable para la adquisición de datos y un versátil programa capaz de ejercer las tareas de control, cálculo, gráficas, de todos los requerimientos del cliente en materia de control (15).

- ✓ Detección y determinación del estado de las operaciones de perforación.
- ✓ Interface para datos basado en registros W.I.T.S.
- ✓ Interface para varios tipos de cromatógrafos de gases
- ✓ Impresiones alfanuméricas y gráficas con salidas configurables por el usuario y (opcional) automáticas, depende del estado y definición de las salidas.
- ✓ Impresiones alfanuméricas y gráficas de pantallas configurables por el usuario y (opcional) automáticas, depende del estado y definición de las salidas.
- ✓ Sistema de impresión de registros y reportes.
- ✓ Una pantalla para edición numérica y gráfica.
- ✓ Importación de datos desde archivos.
- ✓ Encabezados configurables.
- ✓ Impresiones continuas alfanuméricas y gráficas.
- ✓ Varias definiciones de salida predefinidas.
- ✓ Exportación de datos a archivos de texto

1.6.7 Petrel (Schlumberger-Estados Unidos)

Schlumberger cuenta con gran reconocimiento a nivel mundial por su diversidad de operaciones, es la mayor empresa del mundo de servicios a yacimientos petroleros, provee servicios a la industria petrolera de adquisición y procesamiento de datos sísmicos con, evaluación de formaciones, pruebas de perforación y perforaciones direccionales, cementado de pozos y estimulación, levantamiento artificial, completamiento de pozos, garantía de flujo y consultoría, y gestión de software e información. Petrel cuenta con una interfaz tabular que permite que un usuario organice los datos de modo que se adecuen a la tarea en cuestión y puedan archivarse en carpetas fácilmente identificables. El proceso de completación de pozos ofrece operaciones para todas las completaciones, de manera que se puedan modificar atributos tales como el factor de daño y la capacidad térmica a partir de datos de registros de pozos, de manera que se facilite el

cálculo de posicionamiento de válvulas y empaaduras en los pozos multilaterales. Cuenta con una herramienta de edición de flujos de trabajo en el proceso de optimización y en el análisis de incertidumbre que permite modificar un flujo de trabajo sin abandonar el análisis de incertidumbre. Además, contiene un módulo de información de contexto que permite el acceso inmediato a todos los documentos y datos relevantes que se localizan dentro del área de interés sin tener que abandonar la aplicación (16).

Aspectos fundamentales

Después de haber hecho un estudio más a fondo de estos sistemas nos podemos dar cuenta que, estas compañías prestan servicios en más de 50 países, y tienen gran número de clientes modificando consecuentemente sus técnicas y funcionalidades respecto a las necesidades de los mismos. De estos sistemas se buscaron elementos que fueran comunes al proceso en la etapa terminación y ensayo, donde se pudo evidenciar que además de no cumplir con las políticas de software libre que presenta el país, estos sistemas cuentan con una llave electrónica haciendo inaccesible su código fuente, además de mostrar poca información de cómo operan en las diferentes etapas de perforación. Por lo que se decide desarrollar el módulo terminación y ensayo siguiendo los requerimientos del cliente.

1.7 Metodología de Desarrollo de Software

Las metodologías para el desarrollo del software imponen un proceso disciplinado sobre el desarrollo de software con el fin de hacerlo más predecible y eficiente. Una metodología de desarrollo de software tiene como principal objetivo aumentar la calidad del software que se produce en todas y cada una de sus fases de desarrollo. No existe una metodología de software universal, ya que toda metodología debe ser adaptada a las características de cada proyecto (equipo de desarrollo, recursos, etc.) exigiéndose así que el proceso sea configurable (17).

1.7.1 Metodología de desarrollo para la actividad productiva de la UCI

Variación de AUP

Para lograr erradicar los problemas detectados, se decide escoger una metodología para ser adaptada a lo que ya el Sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo ha estado proponiendo como ciclo de vida del proyecto. La propuesta que se trae a continuación responde a una variación que se le realiza al Proceso Unificado Ágil en la UCI.

Proceso Unificado Ágil de Scott Ambler o *Agile Unified Process* (AUP) en inglés, es una versión simplificada del Proceso Unificado de Racional (RUP). Este describe de una manera simple y fácil de entender la forma de desarrollar aplicaciones de software de negocio usando técnicas ágiles y conceptos que aún se mantienen válidos en RUP.

AUP en su variación para la UCI es una metodología ágil que mantiene los conceptos de RUP, y de manera fácil describe como desarrollar proyectos de software (18).

Fases de AUP para la UCI

Inicio: Durante el inicio del proyecto se llevan a cabo las actividades relacionadas con la planeación del proyecto. En esta fase se realiza un estudio inicial de la organización cliente que permite obtener información fundamental acerca del alcance del proyecto, realizar estimaciones de tiempo, esfuerzo y costo y decidir si se ejecuta o no el proyecto.

Ejecución: En esta fase se ejecutan las actividades requeridas para desarrollar el software, incluyendo el ajuste de los planes del proyecto considerando los requisitos y la arquitectura. Durante el desarrollo se modela el negocio, obtienen los requisitos, se elabora la arquitectura, el diseño, se implementa y se libera el producto. Durante esta fase el producto es transferido al ambiente de los usuarios finales o entregado al cliente. Además, en la transición se capacita a los usuarios finales sobre la utilización del software.

Cierre: En esta fase se analizan tanto los resultados del proyecto como su ejecución y se realizan las actividades formales de cierre del proyecto.

Con la utilización de AUP para la realización del Módulo Terminación y Ensayo se logra estandarizar el mismo con el Sistema Integral de Perforación a Pozos de Petróleos Fase II, dando cumplimiento además a las buenas prácticas que define CMMI-DEV v1.3. Se logra hablar un lenguaje común en cuanto a fases, disciplinas, roles y productos de trabajos.

1.8 Herramientas y Tecnologías

Atendiendo a la necesidad de integración del módulo Terminación y Ensayo con el sistema base se decide utilizar las mismas herramientas y tecnologías empleadas en el mismo.

jQuery:

jQuery es una biblioteca gratuita de Javascript, cuyo objetivo principal es simplificar las tareas de creación de páginas web responsivas, acordes a lo estipulado en la Web 2.0, la cual funciona en todos los navegadores modernos. Por otro lado, se dice que jQuery ayuda a que nos concentremos de gran manera en el diseño del sitio, al abstraer por completo todas las características específicas de cada uno de los navegadores. Otra de las grandes ventajas de jQuery es que se enfoca en simplificar los scripts y en acceder/modificar el contenido de una página web. Finalmente, jQuery agrega una cantidad impresionante de efectos nuevos a Javascript, los cuales podrán ser utilizados en la Web (19).

Symfony v2.7:

Symfony2 ha sido ideado para exprimir al límite todas las nuevas características de PHP 5.3 y por eso es uno de los frameworks PHP con mejor rendimiento. Su arquitectura interna está completamente desacoplada, lo que permite reemplazar o eliminar fácilmente aquellas partes que

no encajan en un proyecto (20). Esta característica de uso del framework Symfony para el desarrollo, permite una solución más rápida y robusta del módulo Terminación y Ensayo, reduciendo el tiempo de diseño, implementación e integración en el sistema SIPP.

Visual Paradigm v8.0

Soporta todos los diagramas propuestos por el mismo, permite una constante sincronización del modelo de diseño y el código fuente durante todo el ciclo de desarrollo del software, además de una excelente generación de código. Es multiplataforma y tiene una amplia documentación (21).

PostgreSQL v9.3

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiarles a otras bases de datos comerciales. PostgreSQL utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando (22).

Apache 2

Actualmente más del 60 % de los administradores de toda la Web utilizan Apache. Se trata de la plataforma de servidores Web de código fuente abierto más poderosa del mundo. Día a día aumenta el número de corporaciones que aceptan este maravilloso código fuente abierto en su infraestructura. Son muchas las grandes compañías, como IBM, que ofrecen Apache entre sus productos. El futuro de Apache parece muy prometedor. Tanto si se es nuevo en la utilización de Apache como si se trata de un administrador profesional del mismo (23).

1.9 Entorno de desarrollo

Un entorno de desarrollo integrado, es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica. En algunos lenguajes, un IDE puede funcionar como un sistema en tiempo de ejecución, en donde se permite utilizar el lenguaje de programación en forma interactiva, sin necesidad de trabajo orientado a archivos de texto (24).

PhpStorm v9.0

Para el desarrollo de la solución se seleccionó como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, según sus siglas en inglés) el PhpStorm 9.0. Este editor de código provee excelente soporte en diferentes tipos de lenguaje de programación, los cuales son *PHP*, *HTML*, *JAVASCRIPT*, *CSS* (*Cascading Style Sheets en inglés o Hojas de Estilo*), *Sass* (Las hojas de estilo sintácticamente impresionantes o *Syntactically Awesome Stylesheets*), *LESS* (Lenguaje de Hojas de Estilo

Dinámica), y muchos más. Brinda grandes herramientas las cuales te permiten cambiar y saltar desde tu proyecto a cualquier archivo, clase o símbolo. Especialmente para el módulo Terminación y Ensayo tiene muchas características innovadoras y funciones que facilitará realizar el proyecto de manera más ágil y eficiente (25).

Algunas de las principales características que cuenta *PhpStorm* son:

- ✓ Editor de código inteligente *PHP*.
- ✓ Calidad de análisis en el código.
- ✓ Entorno de desarrollo.
- ✓ Editor *HTML/CSS/JavaScript*.
- ✓ Depuración y pruebas.
- ✓ Experiencia multiplataforma.

1.12. Conclusiones Parciales

- ✓ Se valoraron algunos de los sistemas similares a SIPP obteniendo como limitación que pertenecen a compañías privadas, con licencias del mismo tipo por lo que el costo de adquisición es muy elevado. La ventaja que se puede aprovechar de estos sistemas para la creación del módulo Terminación y Ensayo es que son muy funcionales y se adecuan a las necesidades del cliente.
- ✓ Se decidió utilizar las herramientas y tecnologías ya definidas en el SIPP debido a la necesidad de integración del módulo.

Capítulo 2. Descripción de la Propuesta de Solución

Introducción

En el presente capítulo se adquiere una visión práctica del módulo Terminación y Ensayo. En el mismo se expondrá cómo funciona el negocio, así como los requisitos funcionales y no funcionales que regirán el desarrollo de la solución al problema. Partiendo de esto se determinaron las historias de usuario. Además, se describieron los procesos de las principales funcionalidades del subsistema.

2.1 Breve descripción del proceso

En la Dirección de Intervención y Perforación se realizan y se aprueban los proyectos de los pozos a perforar, los cuales se elaboran por un equipo multidisciplinario de diferentes ramas (Geología y Perforación), siendo así la responsable de los pozos desde su proyección hasta su terminación.

La DIPP es la encargada de contratar las Compañías de Servicio que van a trabajar en el pozo.

Luego de concluidas las tareas específicas de la perforación, se inicia el proceso de terminación y ensayo, donde se ultiman los detalles para iniciar la extracción del crudo, en este proceso se realizan muchos subprocesos que generan información valiosa, confidencial e imprescindible para la toma de decisiones en la DIPP, por ejemplo: se generan los reportes diarios de terminación, el cual permitirá llevar un control diario de las operaciones en esta etapa, se analiza la presión y se seleccionan los diversos elementos y técnicas necesarias para lograr la completación óptima y segura de un pozo productor o inyector, así como también registrar y controlar las herramientas que contribuyen a evitar problemas en la producción efectiva de los pozos, entre otras funciones.

Al no contar con un módulo para gestionar y llevar un control de la información que se generan en los diferentes procesos de terminación, los Supervisores del Pozo son los encargados de construir diariamente los reportes de los procesos realizados, integrando todos los reportes entregados por las compañías de servicio; además de dirigir el proceso de perforación. Esta labor resulta muy engorrosa y trabajosa, haciendo que el costo en tiempo y esfuerzo aumente a medida que avanza el trabajo en el pozo. La compra de este tipo de sistemas es muy costosa pues la mayoría provienen de compañías con licencias privativas y algunas cuentan con licencias para modificar su código fuente.

Propuesta de solución

La solución que más se adecua a nuestras prioridades y objetivos, es la realización de un módulo web que facilite todo el trabajo en la etapa de terminación de un pozo petrolero, que controle todos los procesos asociados a la misma. El sistema web es mucho más factible para sistemas de gestión y control de información donde intervienen clientes que se encuentran interrelacionados y comparten información relevante en el proceso. La inmediatez de la información debe ser un

principio básico en el módulo, para ello la plataforma web viabiliza la información canalizándola a diferentes niveles y usuarios finales. Además, el desarrollo del módulo terminación y ensayo contiene otras funciones que aumentan la capacidad operacional del producto, permite al usuario crear nuevos reportes para la gestión, el control y monitoreo de la perforación de pozos de petróleo. El módulo incluye las funcionalidades de gestionar la evaluación y ensayo, analizar la presión, así como la creación de composiciones de herramienta para la perforación de pozos. El uso de *framework* hace más ágil el desarrollo simplificando la programación del sistema mediante la automatización de algunos patrones utilizados para resolver las tareas comunes, además de proporcionar estructura al código.

2.2 Requisitos funcionales

Son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en situaciones particulares. En algunos casos, los requerimientos funcionales de los sistemas también pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer (26).

2.2.1 Requerimientos funcionales del sistema

RF1: Registrar Reporte Diario de Terminación.

RF1.1: General/Costos.

RF1.2: Operaciones Diarias.

RF1.3: Sumario y Pronósticos.

RF1.4: Producción de Fluidos.

RF2: Gestionar Composición de Herramienta en el Fondo.

RF3: Registrar la evaluación del ensayo del pozo.

RF4: Gestionar Esquema de completamiento del pozo.

RF4.1: General/Camisas.

RF4.2: Tuberías.

RF4.3: Composición de Herramientas.

RF4.4: Composición de Herramientas por dentro de la tubería.

RF4.5: Peso/Válvula/Choque.

RF5: Gestionar Estimulación del Yacimiento.

RF5.1: General/Intervalo.

RF4.2: Inyección Casing.

RF5.3: Receta.

RF5.4: Inyección de la solución.

RF5.5: Peso/Válvula/Choque.

RF6: Gestionar Producción.

RF7: Gestionar Punzado de Pozo.

2.3 Requisitos no funcionales

Son restricciones de los servicios o funciones ofrecidos por el sistema. Incluyen restricciones de tiempo, sobre el proceso de desarrollo y estándares. Los requerimientos no funcionales a menudo se aplican al sistema en su totalidad. Normalmente apenas se aplican a características o servicios individuales del sistema (26).

Restricciones en el diseño e implementación de la presente aplicación

- ✓ La implementación debe ser desarrollada utilizando el marco de trabajo Symfony 2.7.
- ✓ El sistema debe de cumplir con las especificaciones de las extensiones del ambiente de configuración del Sistema Integral de Perforación a Pozos de Petróleo Fase II (XEDRO como estrategia marcaria).

Usabilidad

El módulo será diseñado para que contenga todos los aspectos relacionados con la usabilidad. Esta característica permitirá que el sistema sea eficiente, con un nivel de abstracción adecuado, fácil de usar tanto por los especialistas como por personas de poca experiencia que habitualmente no utilizan este tipo de sistemas.

Portabilidad

- ✓ La herramienta deberá funcionar en los sistemas operativos Windows (XP o superior) y las distribuciones de GNU/Linux.
- ✓ Debe ser generado en tecnología web.

2.4 Historia de Usuario para los requisitos funcionales de la aplicación

Historia de Usuario

Las Historias de Usuario (HU) son un instrumento para el levantamiento de requerimientos para el desarrollo de un software, que ha emergido con la aparición de los nuevos marcos de trabajo de desarrollo ágil, son descripciones cortas de una necesidad de un cliente del software que se esté desarrollando.

A continuación se muestra un ejemplo de la historia de usuario realizada a uno de los requisitos funcionales del módulo. Las demás HU se encuentran en el anexo 2:

HU Gestionar Composición de Herramienta en el Fondo

Tabla 2. HU Gestionar Composición de Herramientas

Número: 1	Nombre del requisito: Gestionar Composición de Herramienta en el fondo
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: NA	Tiempo Real: NA
<p>Descripción: El sistema deberá brindar la posibilidad de registrar los datos asociados a la composición de herramienta que se utilizará para la terminación del pozo.</p> <p>La Vista, Composición de Herramienta en el Fondo, contará con 7 campos, el primero: Descripción, el cual será un campo seleccionable, sus valores se cargarán automáticamente de un nomenclador de herramientas de terminación y se autocompletarán los campos Diámetro Exterior y Diámetro Interior. Los campos Longitud y Cantidad serán introducidos por el usuario, serán campos decimales con una longitud máxima de 10 caracteres, el campo Total, será auto calculado y su valor será la sumatoria de las longitudes de cada herramienta. Y finalmente el campo Otros Datos será de tipo alfanumérico y permitirá un máximo de 100 caracteres. Tener en cuenta que esta vista es una colección de elementos (Se puede agregar más de una herramienta)</p>	
Observaciones:	
Prototipo de interfaz:	

Composicion Herramienta

Descripcion	OD	ID	Cantidad	Longitud	Total	Otros Datos	
EUE Bull nose	73.0	0	1	0.22	0.22		-
EUE Niple Filtro	73.0	0	1	1.89	2.11		-
73 EUE Tubing J...	73.0	0	171	1606.78	1608.89		-

2.5 Patrones de arquitectura de software

Los patrones arquitectónicos, o patrones de arquitectura, son patrones de software que ofrecen soluciones a problemas de arquitectura de software en ingeniería de software. Especifican un conjunto predefinido de subsistemas con sus responsabilidades y una serie de recomendaciones para organizar los distintos componentes (27).

2.5.1 Patrón utilizado

Modelo-Vista-Controlador

Modelo Vista Controlador (MVC) es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. El estilo de llamada y retorno MVC, se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página. El modelo es el Sistema de Gestión de Base de Datos, y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista. Los beneficios de la utilización de dicho patrón van desde la imposición de decisiones tempranas en el desarrollo hasta la reutilización (28).

Teniendo en cuenta las características del sistema y la utilización de Symfony2, es la arquitectura más adecuada para la representación del módulo Terminación y Ensayo ya que el *framework* basa su funcionamiento interno en la famosa arquitectura MVC:

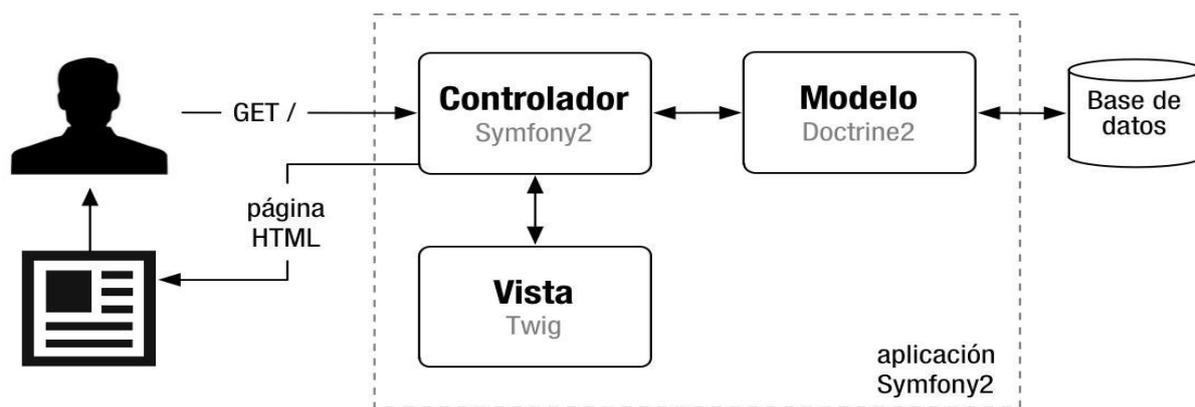


Figura 3. Arquitectura del sistema.

Symfony toma lo mejor de la arquitectura MVC y la realiza de modo que el desarrollo de aplicaciones sea rápido y sencillo.

Modelo: Encapsula los datos y las funcionalidades. Se encuentran las clases, que son generadas de forma automática según la estructura de la base de datos. En Symfony2, el acceso y la modificación de los datos que se almacenan en la base de datos, se realiza mediante objetos. Doctrine es un mapeador de BD que se encarga de esta generación automática para construir sus clases, creando la estructura y generando el código de las mismas. A medida que el desarrollo de un proyecto va avanzando, puede ser necesario agregar métodos y propiedades personalizadas en los objetos del modelo, esto trae consigo que se aumenten las tablas o columnas. Asimismo, cada vez que se modifica se deben regenerar las clases del modelo de objetos. Si se añaden los métodos personalizados en las clases que se generan, cada vez que se vuelvan a generar esas clases estos métodos se borrarían (29).

Vista: Pueden existir múltiples vistas del modelo, cada una teniendo asociado un componente controlador. La vista es la encargada de proporcionar la verdadera interfaz a nuestros usuarios, para ello Symfony2 contiene un lenguaje de plantillas llamado Twig. Twig permite escribir plantillas concisas y fáciles de leer, también contiene filtros, los cuales modifican el contenido antes de reproducirlo, la potencia de Twig reside sobretodo en la posibilidad de crear plantillas que heredan de otras, de forma que se pueden ir rellenando huecos de una plantilla padre (29).

La vista en Symfony está conformada por varias partes, preparadas cada una de ellas especialmente para ser fácilmente transformable por la persona que normalmente trabaja con cada aspecto del diseño de las aplicaciones.

Controlador: Recibe las entradas, normalmente como eventos. En este se encuentran las acciones, las cuales son el núcleo de la aplicación, pues contienen toda la lógica de la aplicación. Estas acciones utilizan el modelo y precisan las variables para la vista. Al realizarse una petición web en una aplicación Symfony, la URL define una acción y los parámetros de la petición (29).

2.5.2 Patrones de diseño

¿Qué es un patrón de diseño?

Un patrón de diseño es una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular (30).

Los patrones ayudan a capturar conocimiento y a crear un vocabulario técnico, hacen el diseño orientado a objetos más flexible, elegante y en algunos casos reusable.

Los componentes de Symfony2 utilizan muchos de los principales patrones de diseño, los mismos son soluciones genéricas a problemas comunes en el diseño y desarrollo de aplicaciones de software, debido a que el módulo Terminación y Ensayo utiliza como marco de trabajo Symfony2, el mismo se beneficia con los patrones de diseños que utiliza.

2.5.3 Patrones utilizados

Controlador: Todas las peticiones Web son manipuladas por un solo controlador frontal, que es el punto de entrada único de toda la aplicación en un entorno determinado. Este patrón se evidencia en las clases Controller, Controller, los "actions" y el index.php del ambiente.

Alta Cohesión: Symfony permite la organización del trabajo en cuanto a la estructura del proyecto y la asignación de responsabilidades con una alta cohesión. Un ejemplo de ello es la clase Actions, la cual está formada por varias funcionalidades que están estrechamente relacionadas, siendo la misma, la responsable de definir las acciones para las plantillas y colaborar con otras para realizar diferentes operaciones, instanciar objetos y acceder a las propiedades.

Decorador: Este método pertenece a la clase abstracta sfView, padre de todas las vistas, que contienen un decorador para permitir agregar funcionalidades dinámicamente. El archivo nombrado layout.php es el que contiene el Layout de la página. Este archivo, conocido también como plantilla global, guarda el código HTML que es usual en todas las páginas del sistema, para no tener que repetirlo en cada página. El contenido de la plantilla se integra en el layout, o si se mira desde el otro punto de vista, el layout decora la plantilla. Este procedimiento es una implementación del patrón Decorador.

2.6 Diagrama de clases persistentes

Las clases persistentes son clases en una aplicación que implementan las entidades del problema, los nombres de estas representan las tablas, los atributos y las columnas. El diagrama de clase se utiliza para modelar la estructura lógica de la base de datos, con clases representando tablas, y atributos de clase representando columnas. La persistencia es la capacidad de un objeto de mantener su valor en el espacio y en el tiempo (31).

A continuación se muestra el diagrama de clases persistentes, el cual evidencia la

persistencia de los objetos en el sistema del presente trabajo. La posibilidad de sincronizar los diagramas en el Visual Paradigm permitió que se obtuvieran de manera sincronizada con los Diagramas de Entidad Relación (DER).

Diagrama de clases persistentes de la solución

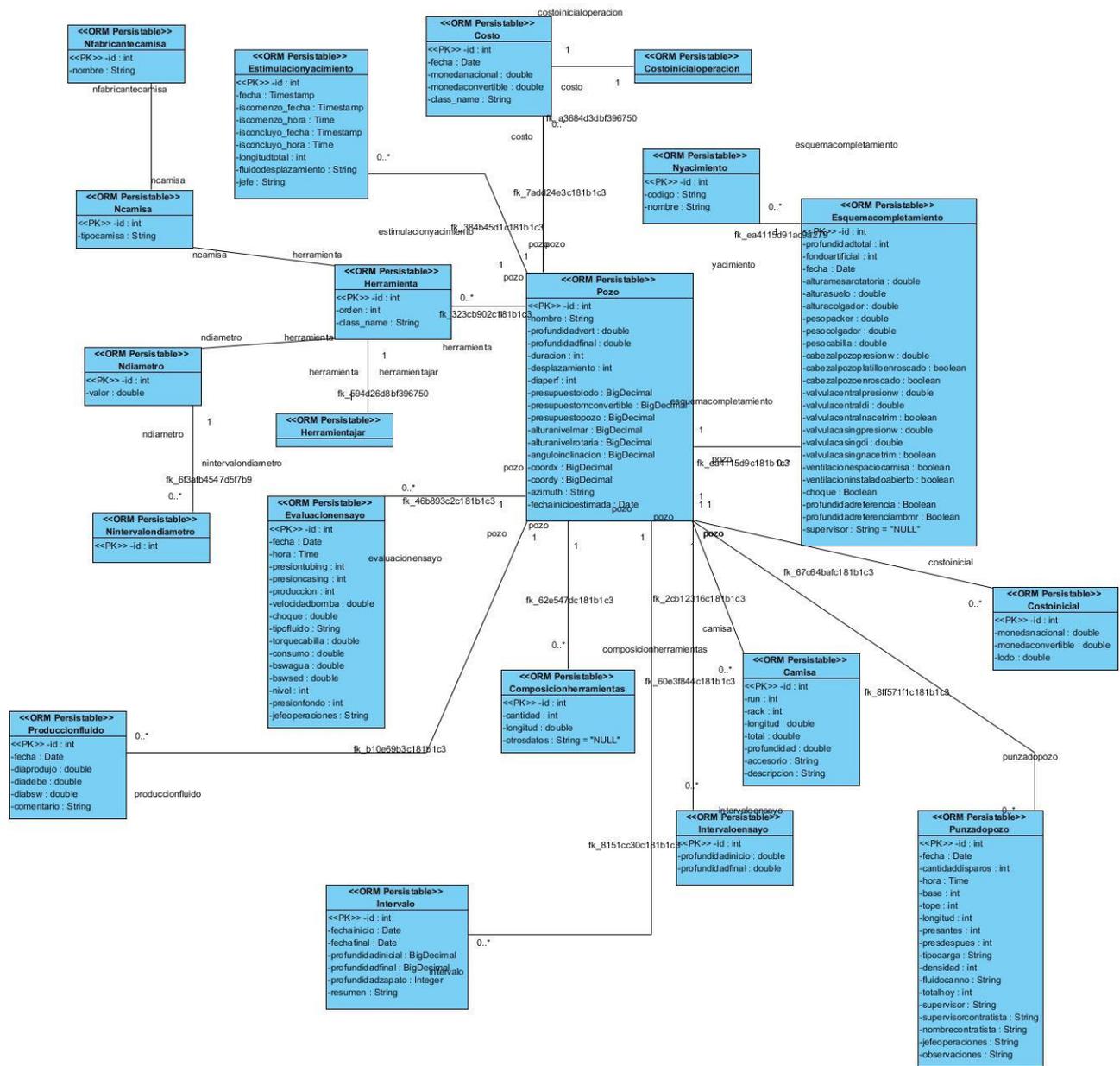


Figura 4. Diagrama de clases persistentes

2.7 Diagrama de Clases del diseño

Los diagramas de clases son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas y describen gráficamente las especificaciones de las clases de software y las interfaces en una aplicación.

La figura 4 muestra el diagrama de clases de Composición de Herramientas del Módulo

Terminación y Ensayo desarrolladas con Symfony2 los otros ver el anexo 1.

2.7.1 Diagramas de clases propuestos como solución

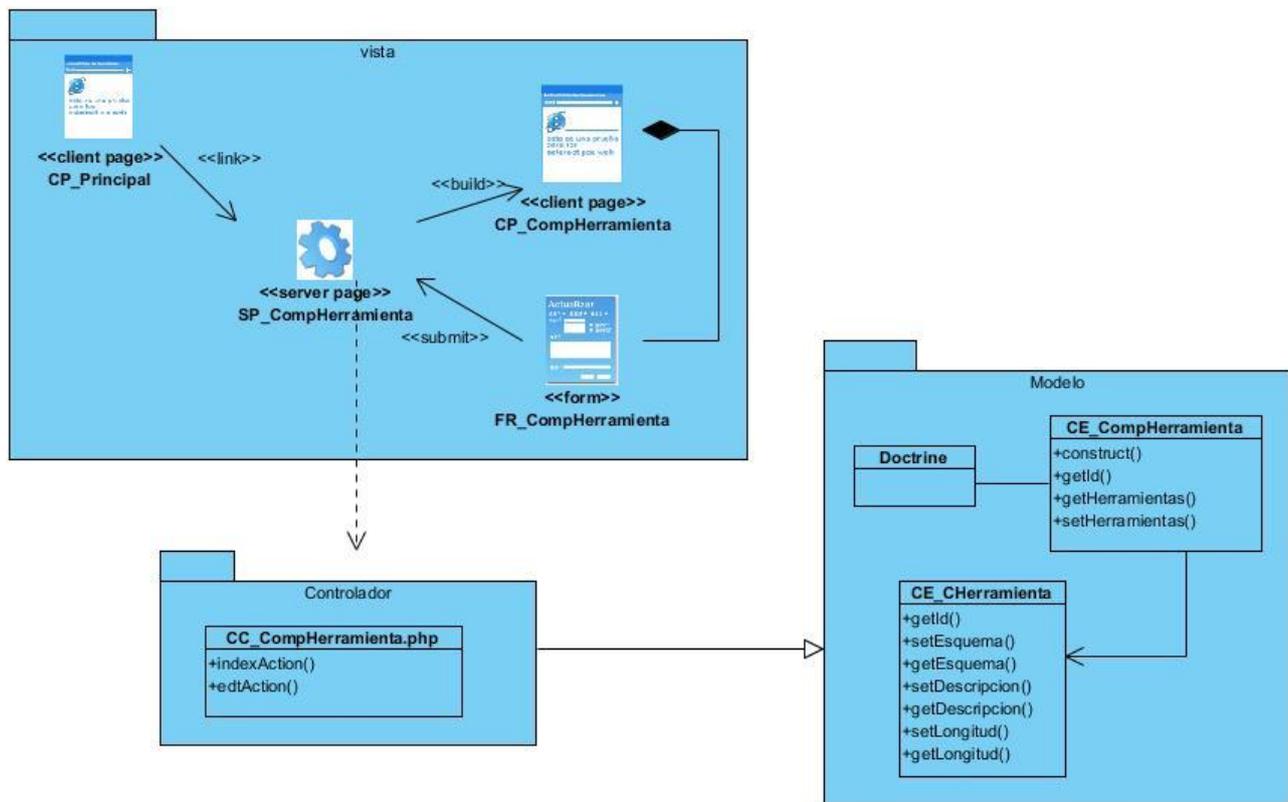


Figura 5. Diagrama de Clases de Composición de Herramientas

CP_CompHerramienta <<client page>>: Cuando el usuario accede a la composición de herramientas lo primero que se encuentra es el formulario correspondiente al mismo, donde tendrá la posibilidad de adicionar, eliminar y modificar la composición de las mismas en esta etapa.

CC_CompHerramienta.php: Esta clase controladora, se encarga de la lógica del negocio y el funcionamiento completo de la funcionalidad composición de herramientas en la aplicación.

CE_CompHerramienta: Contiene todos los datos asociados a la composición de herramientas, además de obtener otros datos de otras entidades.

2.8 Modelo de Datos

Una representación abstracta de los datos de una organización y las relaciones entre ellos. Más aún, podemos decir que, en cierta medida, un modelo de datos describe una organización. El propósito de un modelo de datos es, por una parte, representar los datos y, por otra, ser comprensible. Estos modelos surgen de la necesidad de mecanismos que capten con mayor facilidad la semántica del mundo real, mejorando la calidad de diseño de sistemas. Visualiza los datos en forma unificada, centrándose en las estructuras lógicas y abstractas de datos como representación del mundo real, con independencia de consideraciones de tipo físico (32).

El modelo de datos propuesto como solución se podrá presenciar en el Anexo 3.

Conclusiones Parciales

En este capítulo se evidencian los artefactos necesarios y generados para la construcción de un módulo y gestionar los procesos asociados a la etapa de Terminación de un pozo petrolero. Como principales conclusiones se exponen las siguientes:

- ✓ Se describieron los requisitos funcionales del módulo mediante las historias de usuarios.
- ✓ El patrón decorador permitió la creación de una plantilla global, la cual guarda el código HTML que es usual en todas las páginas del sistema, para no tener que repetirlo en cada página.
- ✓ Mediante el diagrama de clases por paquetes se logró mostrar gráficamente las especificaciones de las clases del módulo, las interfaces y sus relaciones.

Capítulo 3. Implementación y pruebas

Introducción

Una vez realizado el análisis y diseño, este capítulo tiene como objetivo tomar los elementos obtenidos para implementar el módulo, siguiendo una secuencia lógica de pasos. Se realiza el modelo de implementación, lo que permite obtener los diagramas de componentes. Además, se muestran los principales fragmentos de código y la descripción de los estándares de codificación utilizados para llevar a cabo el desarrollo de la solución y mediante los diferentes tipos de pruebas aplicadas se verifica el correcto funcionamiento del módulo, mostrando además sus resultados.

3.1 Modelo de Implementación

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño, las clases, se implementan en términos de componentes (archivos de código fuente, ejecutables). Este modelo también describe la forma de organización de los componentes y la dependencia de los mismos (33).

3.1.1 Diagrama de componentes

Dentro del modelo de implementación se encuentran los diagramas de componentes, estos muestran las dependencias lógicas entre componentes software, sean éstos componentes fuentes, binarios o ejecutables. Prevalecen en el campo de la arquitectura de software, pero pueden ser usados para modelar y documentar cualquier arquitectura de sistema. Se relacionan con los diagramas de clases, ya que un componente normalmente se corresponde con una o más clases, interfaces o colaboraciones, pero un diagrama de componentes tiene un nivel más alto de abstracción que un diagrama de clase (34).

A continuación, se muestra el diagrama de componentes correspondiente al Módulo Terminación y Ensayo que se desarrolla:

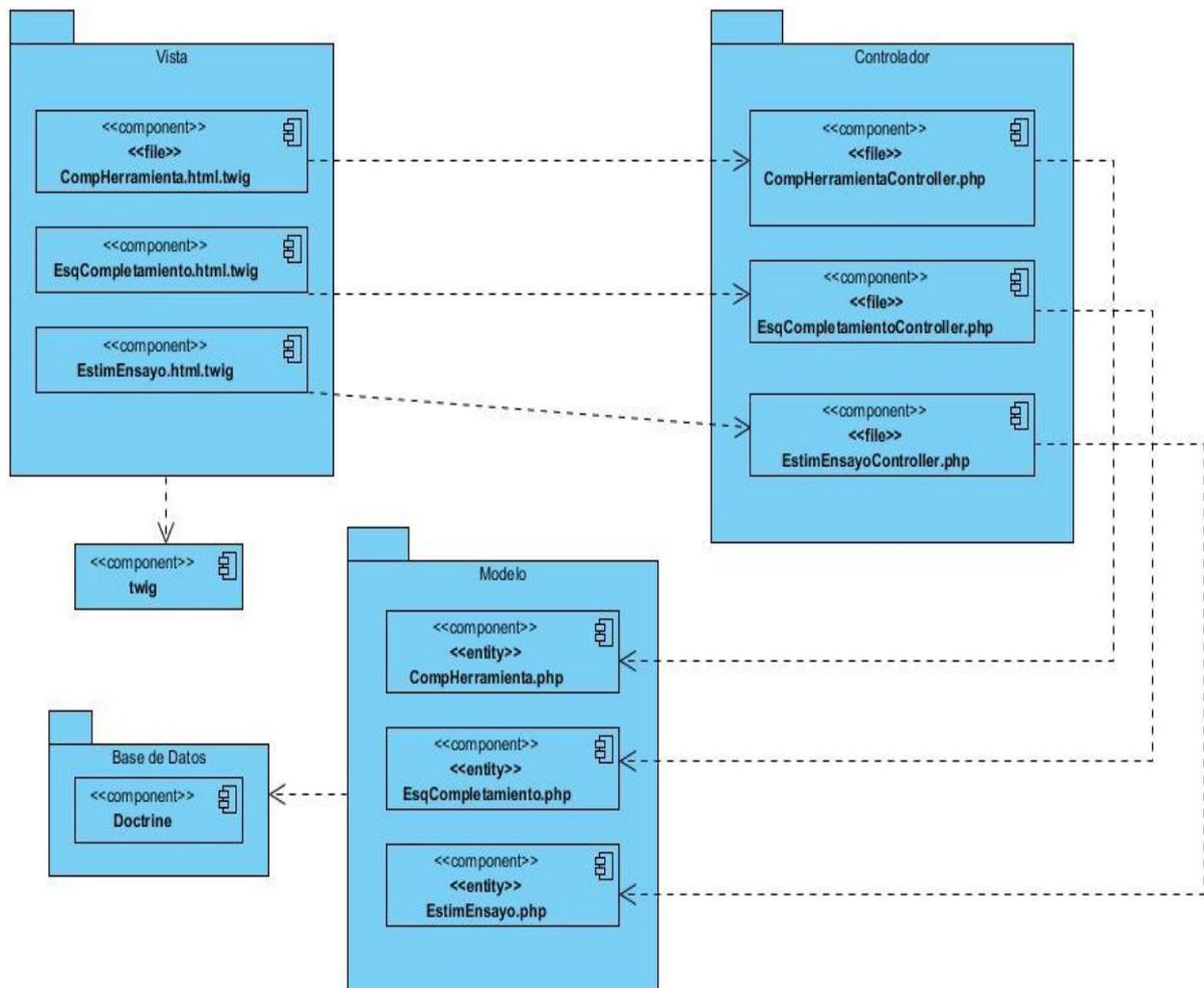


Figura 6. Diagrama de Componentes.

Twig: Es el motor de plantillas que utiliza el *framework*, su parte más poderosa es la herencia entre plantillas. La herencia de plantillas te permite crear un «esqueleto» de plantilla base que contenga todos los elementos comunes de tu sitio y define los bloques que las plantillas descendientes pueden sustituir.

Vista: Contiene todos los `.html.twig` del módulo, los cuales posibilitan la interacción con el cliente, teniendo en cuenta el controlador que se vea implicado en responder la petición que se le haga al sistema.

Controlador: Después que el Kernel analiza la petición, verifica que controlador le puede dar respuesta a la petición que entró en la URL, estas clases controladoras son las encargadas de la lógica de negocio, obtener información y generar páginas.

Modelo: Es donde se encuentran generadas todas las entidades implicadas en la propuesta de solución.

Doctrine: Es un ORM encargado de mapear la base de datos, acceder a los datos de las tablas para consultarlos, insertarlos, actualizarlos y borrarlos.

3.1.2 Estándares de codificación

Se definen estándares de codificación porque un estilo de programación homogéneo en un proyecto permite que todos los participantes lo puedan entender en menos tiempo y que el código en consecuencia sea mantenible (35).

Symfony2

Nomenclatura de las clases

Entre las normas seguidas por el código de Symfony, se encuentra el estándar *UpperCamelCase*, el cual consiste en escribir frases o palabras compuestas eliminando los espacios intermedios y poniendo en mayúscula la primera letra de cada palabra incluyendo la primera letra de la frase para el nombre de clases y variables.

Utiliza espacios de nombres (namespace) para todas las clases. En el caso de las clases controladoras seguido del nombre de la clase se utiliza la palabra Controller ya que el marco de trabajo Symfony propone este estándar de codificación para las clases de este tipo.

Nomenclatura de funciones

El nombre a emplear para las funciones se escribe con la primera palabra en minúscula y a continuación la palabra Action, en caso de que sea un nombre compuesto se empleará notación Camel Case, y con sólo leerlo se reconoce el propósito de la misma.

Nomenclatura de las variables

El nombre a emplear para las variables se escribe con la primera palabra en minúscula, en caso de que sea un nombre compuesto se empleará notación Camel Case, y comenzando con un prefijo según el tipo de datos.

A continuación, se describe la nomenclatura utilizada durante la implementación del módulo Terminación y Ensayo para las clases, funciones y variables utilizadas en el mismo.

Estructura

- ✓ Añadir un solo espacio después de cada delimitador coma.
- ✓ Añadir un solo espacio alrededor de los operadores (=, ==, &&...).
- ✓ Añadir una línea en blanco antes de las declaraciones return, a menos que el valor devuelto solo sea dentro de un grupo de declaraciones (tal como una declaración if).
- ✓ Se debe usar llaves para indicar la estructura del cuerpo de control, independientemente del número de declaraciones que contenga.

Ejemplo: Figura 8

- ✓ Se debe declarar las propiedades de la clase antes que los métodos.

Ejemplo: Figura 9

```
class CompHerramientaController extends Controller
{
    public function indexAction()
    {
        $em = $this->getDoctrine()->getManager();
        $ihs = $em->getRepository('CompletionBundle:CompltemHerramienta')->findAll();
        $tools = $em->getRepository('CompletionBundle:Herramienta')->findAll();

        $di = array();
        $de = array();
        foreach($tools as $tool) {
            $di[] = $tool->getDiametrointerior();
            $de[] = $tool->getDiametroexterior();
        }
        $option = array();
        $option[0] = $di;
        $option[1] = $de;

        $compherramientas = new CompHerramienta();
        foreach ($ihs as $ih) {
            $compherramientas->getHerramientas()->add($ih);
        }
        $form = $this->createForm(new HerramientaType(), $compherramientas);

        return $this->render('CompletionBundle:Herramienta:index.html.twig', array(
            'form'=>$form->createView(),
            'dataDI'=>json_encode($option[0]),
            'dataDE'=>json_encode($option[1]),
        ));
    }
}
```

Figura 7. Ejemplo 1 de estructura de código

```

class CompHerramienta
{
    private $id;

    protected $herramientas;

    public function __construct()
    {
        $this->herramientas = new ArrayCollection();
    }
}

```

Figura 8. Ejemplo 2 de estructura de código

Convenciones de nomenclatura

El nombre de las clases siempre comienza con letra mayúscula, en caso de ser un nombre compuesto, cada palabra debe comenzar con letra mayúscula y sin espacios.

La llave de apertura de la clase debe ir en la misma línea de declaración y la llave de cierre debe ir en la línea siguiente después del cuerpo.

Ejemplo:

```

class CompHerramientaController extends Controller
{

}

```

Figura 9. Ejemplo 1 de convenciones de nomenclatura

Los nombres de las variables deben escribirse con letra minúscula y antecedido por el carácter especial "\$", en caso de ser un nombre compuesto se intercala la mayúscula sin hacer uso de los espacios o guiones bajos.

Ejemplo:

```

private $id;

protected $herramientas;

```

Figura 10. Ejemplo 2 de convenciones de nomenclatura

El nombre de los métodos o funciones comienza con letra minúscula, en caso de ser un nombre compuesto por más de una palabra se intercala la mayúscula sin hacer uso de los espacios o guiones bajos.

Ejemplo:

```
public function __construct()
{
    $this->herramientas = new ArrayCollection();
}
```

Figura 11. Ejemplo 3 de convenciones de nomenclatura

Al inicio de cada método o función se debe realizar un breve comentario, explicando que uso tiene cada uno en el sistema. Los comentarios deben aclarar el código, no añadirle ambigüedad.

Ejemplo:

```
//Agrega las herramientas del form
foreach ($compherr->getHerramientas() as $h) {
    $h->setPozo($pozo);
    $em->persist($h);
}
```

Figura 12. Ejemplo 4 de convenciones de nomenclatura

Debe haber una línea en blanco después de cada declaración de espacio de nombre.

Ejemplo:

```
<?php

namespace Completion_Testing\CompletionBundle\Controller;

use Completion_Testing\CompletionBundle\Entity\CompHerramienta;
use Completion_Testing\CompletionBundle\Form\HerramientaType;
use Symfony\Bundle\FrameworkBundle\Controller\Controller;
use Symfony\Component\HttpFoundation\Request;

class CompHerramientaController extends Controller
{
}
```

Figura 13. Ejemplo 5 de convenciones de nomenclatura

3.2 Pruebas de software

Las pruebas son una actividad en la cual un sistema o componente es ejecutado bajo unas condiciones o requerimientos especificados, los resultados son observados y registrados, y una evaluación es hecha de algún aspecto del sistema o componente.

El único instrumento adecuado para determinar el status de la calidad de un producto software es el proceso de pruebas. En este proceso se ejecutan pruebas dirigidas a componentes del software o al sistema de software en su totalidad, con el objetivo de medir el grado en que el software cumple con los requerimientos. En las pruebas se usan casos de prueba, especificados de forma estructurada mediante técnicas de prueba. El proceso de pruebas, sus objetivos y los métodos y técnicas usados se describen en el plan de prueba (36).

Cuando se decide comenzar a realizar las pruebas necesarias para el control de la calidad del producto final se debe tener en cuenta una serie de aspectos fundamentales que permite definir un orden de realización de las mismas. Estos aspectos se definen como niveles y métodos de pruebas. A continuación, se muestran algunos ejemplos de los mismos (37):

Niveles de Prueba

- ✓ Pruebas unitarias.
- ✓ Pruebas de componentes.
- ✓ Pruebas de integración.
- ✓ Pruebas de sistema.
- ✓ Pruebas de aceptación.

Métodos de Prueba

- ✓ Caja Blanca: Se realiza un análisis riguroso de los detalles procedimentales, comprobando las rutas lógicas del programa. El objetivo principal de este método es probar que todos los caminos del código están correctos.
- ✓ Caja Negra: Tipo de prueba diseñada para demostrar que las funciones del software son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce una respuesta correcta.

3.2.1 Pruebas Realizadas

Pruebas de Caja Negra

Para validar la solución propuesta se realizaron pruebas funcionales, las cuales permiten probar el correcto funcionamiento de los requisitos funcionales, lo que incluye la entrada de datos, el procesamiento de estos y la obtención de los resultados.

Para la creación de casos de prueba de sistema se usa el método de caja negra, procedimiento

que permite examinar los valores válidos e inválidos de las entradas existentes en el software, descubre de forma inmediata los errores.

3.2.2 Diseño de Caso de Prueba

A continuación, se describe una de las pruebas realizada a la funcionalidad Gestionar Composición de Herramientas en el fondo, especificando la información de entrada, los resultados esperados y obtenidos una vez realizado el Caso de Prueba y a los otros Casos de Prueba ver: Anexo 3

✓ **Breve Descripción**

El sistema deberá brindar la posibilidad de gestionar los datos asociados a la composición de herramienta que se utilizará para la terminación del pozo.

✓ **Condiciones de Ejecución**

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Composición de Herramientas

Tabla 3. CP Registrar Composición de Herramientas.

Escenario	Descripción	Descripción	OD	ID	Longitud	Total	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Composición de Herramientas con éxito.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Composición y Herramientas ->Registrar. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Descripción, OD, ID, Longitud, Total. 4: Valida que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra la composición de herramientas.	Operaciones Diarias de Terminación-> Composición y Herramientas ->Registrar
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación -> Composición y Herramientas ->Registrar. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	I	V	2: El sistema muestra los campos: Descripción, OD, ID, Longitud, Total. 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la composición de herramientas. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación -> Composición y Herramientas ->Registrar

EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación -> Composición y Herramientas ->Registrar. 3: Deja algunos campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V		2: El sistema muestra los campos: Descripción, OD, ID, Longitud, Total. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación -> Composición y Herramientas ->Registrar

SC2: Eliminar Composición de Herramientas

Tabla 4. CP Eliminar Composición de Herramientas

Escenario	Descripción	Descripción	OD	ID	Longitud	Total	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Eliminar Composición de Herramientas con éxito.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación -> Composición y Herramientas -> (-).	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Descripción, OD, ID, Longitud, Total, verifica que existan datos y elimina la fila correspondiente.	Operaciones Diarias de Terminación-> Composición y Herramientas ->(-)

3.2.3 Resultado de las Pruebas

El propósito fundamental de las pruebas realizadas fue verificar que el comportamiento del total de los requisitos del sistema funciona correctamente, según lo establecido. Un factor importante a tener en cuenta es que durante el desarrollo del sistema se fueron aplicando pruebas de caja blanca a nivel del programador, las cuales consisten en ir probando el código con el propósito de verificar que lo que se está implementando funciona de forma correcta. Una vez concluida la fase de implementación, se le aplicó una iteración completa de pruebas de caja negra a la aplicación, donde fueron encontradas un total de 8 no conformidades. A partir de este resultado fue realizada una segunda iteración de pruebas, con el propósito de erradicar los errores existentes y fueron encontradas 4 no conformidades, por lo que fue necesaria una tercera iteración donde se erradicaron todas las no conformidades, logrando así un módulo más estable y con un mayor grado de calidad.

El siguiente gráfico muestra de manera más detallada lo planteado anteriormente.

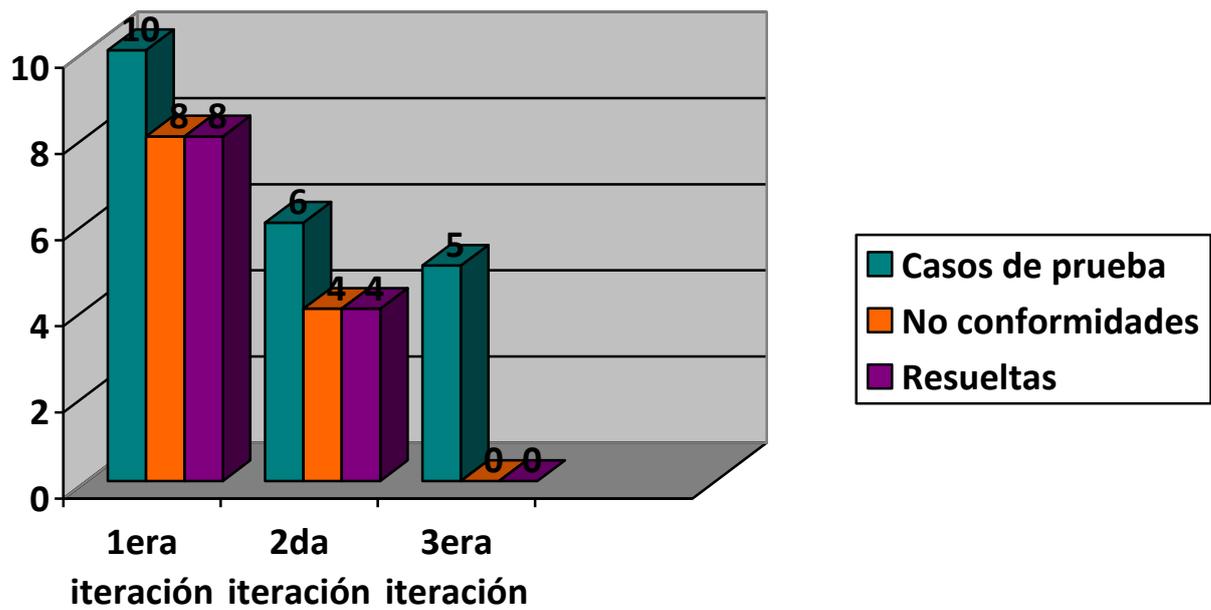


Figura 14. Resultado de las pruebas.

Conclusiones Parciales

- ✓ Se puede concluir que, durante la elaboración del presente capítulo, una vez generados los artefactos pertenecientes al flujo de implementación y la realización de las pruebas, se obtuvo como resultado el desarrollo de un componente con la calidad requerida, ya que las pruebas ejecutadas arrojaron resultados satisfactorios; dándole cumplimiento así al objetivo general de la investigación.

Conclusiones Generales

Al término de la presente investigación se concluye lo siguiente:

- ✓ El estudio de conceptos y sistemas homólogos posibilitó un mayor entendimiento del funcionamiento del proceso para realizar el modulo terminación y ensayo para el Sistema Integral de perforación de Pozos de Petróleos.
- ✓ Con el Módulo Terminación y Ensayo, se le incorporaron nuevas funcionalidades al sistema Integral de Perforación de Pozos de Petróleo, completando sus capacidades de monitoreo y control de los procesos de perforación para la DIPP, se podrá gestionar los procesos asociados a la etapa de terminación de un pozo petrolero en perforación, debido a que nuestro país no cuenta con la cantidad de especialistas (supervisores de pozos) ni existen las suficientes personas. Esto le facilitará el trabajo al personal de la DIPP y reducirá en tiempo y costo de ejecución de estos procesos.
- ✓ Al término del proceso de pruebas realizado a la solución propuesta, mediante el empleo de pruebas de caja blanca y de caja negra, se demostró la correcta implementación de sus funcionalidades, dando cumplimiento a las necesidades y expectativas del cliente.

Bibliografía

1. **Chauqui, Diego Gabriel.** *Elaboración de Cartuchos de Filtración para Fluidos de Completamiento en la Industria Petrolera.* 2012.
2. **OilProduction. OilProduction.** [En línea] 2014. <http://oilproduction.net/geociencias-2/item/352-manual-de-terminacion-y-mantenimiento-de-pozos>.
3. **Schlumberger. Schlumberger.** [En línea] <http://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/c/cement.aspx>.
4. **Padilla, José Manuel Meza.** Tuberías. [En línea] 2011. <http://es.slideshare.net/jmezap/tuberia-conceptos-y-fundamentos-tecnicos>.
5. **Moreno Vargas, Gelber Hernán y Javier Antonio Ballesteros Benavides.** *Perforación de Pozos de Petróleo con la Técnica no convencional CASING DRILLING.* Bucaramanga: s.n., 2011.
6. **Jiménez, Anel Franco.** *Metodología para la selección y Diseño de la Optima Terminación en Pozos no convencionales para yacimientos de baja Permeabilidad.* Tuxpan: s.n., 2013.
7. **Azcona, Juan Pedro.** *Perforación y Terminación de Pozos Petroleros.* 2013.
8. **Schlumberger. slb.com.** [En línea] 2016. http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/c/completion_fluid.aspx.
9. **Arrieta, Mario.** *Completación de Pozos Petroleros.* 2010.
10. **Maririme. Maritime.** [En línea] 2016. Obtenido de <http://stardustenlinea.com/completacion-de-pozos/>.
11. **Infoil. Infoil.** [En línea] 2012. http://es.infoil.com.ar/solutions_perforation.html.
12. **DCCsoft.** [En línea] 2013. <http://www.dccsoft.com.ar/wellprod-2-2/>.
<http://www.dccsoft.com.ar/datawell/>.
13. **FDMLib. FDMLib.** [En línea] 2006-2016. <http://es.freedownloadmanager.org/Windows-PC/Well-Logger.html>.
14. **Pelotón. Pelotón.** [En línea] 2015. <https://www.peloton.com/>.
15. **Petrokem.** [En línea] 2015. <http://www.petrokemls.com/>.
16. **Schlumberger. slb.com.** [En línea] 2015. <https://www.software.slb.com/products/petrel>.
17. **Pressman, Roger S.** *Metodología de Desarrollo de Software "Un Enfoque Práctico".* Quinta Edición.
18. **Sánchez, Tamara Rodríguez.** *Metodología de Desarrollo para la actividad productiva en la UCI.* La Habana: s.n.
<http://www.editoresdecodigo.com/2014/06/descargar-phpstorm-full-ide-para-php-y-mas.html>.
19. **Manzur, Sergio.** Mexired. [En línea] <http://www.mexired.com/blog/que-es-jquery>.
20. **Pacheco, Nacho.** *Manual de Symfony2.* s.l.: Autoedición, 2012.
21. **UML, Visual Paradigm for.** Visual Paradigm. [En línea] <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/>.

22. **Rafael.** PotsgreSql. [En línea] 2010. http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql.
23. **Mohammed, J. Kabir.** *Servidor Web Apache*. España: s.n., 2003.
24. **Maldonado, Daniel.** *Que son los IDE de Programación*. 2007.
25. **Editores de Código.** [En línea] 2014.
26. **Novelo, Carolina.** *Ingeniería en Sistemas Computacionales*. 2010.
27. **Venete, Adriana.** *Introducción a los Patrones de Arquitectura*. 2011.
28. **Patrón Modelo-Vista-Controlador.** Fernández Romero, Yenisleidy y Díaz González, Yanette. 1, 2012, Revista Telem@tica, Vol. 11.
29. **Potencier, Fabien.** *Symfony2 la guía definitiva*.
30. **Goniz, Alfredo.** *Patrones de Diseño*.
31. **Modelado de Sistemas con UML.** [En línea] <http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/doc-modelado-sistemas-uml.pdf>.
32. **Salazar, Cristian.** Slideshare. [En línea] 2012. <http://es.slideshare.net/csalazarc/modelo-de-datos-14506949>.
33. **Hernández, Leovijilda.** *Modelo de Implementación*. 2013.
34. **Cruz Quispe, Victor Fabio, Gutiérrez Mamani, Ever Dino y Menvivil Torrico, Luis Briam.** SlideShare. [En línea] 2011.
<http://es.slideshare.net/uitron/diagrama-de-componentes-7551535>.
35. **Calleja, Manuel Arias.** *Estándares de Codificación*.
36. **Pruebasdesoftware.** Pruebasdesoftware.com. [En línea] 2005.
<http://www.pruebasdesoftware.com/laspruebasdesoftware.htm>.
37. **Pressman, Roger S.** *Metodología de Desarrollo de Software "Un Enfoque Práctico"*. Quinta Edición.

Anexos

Anexo 2 Historias de Usuario de los requisitos funcionales del módulo

HU Registrar Reporte Diario de Terminación

Tabla 5. HU Reporte Diario de Terminación

Número: 2	Nombre del requisito: Registrar evaluación del ensayo del pozo
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: Definido por el proyecto.	Tiempo Real: [Tiempo real dedicado a la realización de la HU en semanas.]
<p>Descripción: El sistema debe brindar la posibilidad al usuario de registrar los datos asociados al reporte diario de terminación. Este reporte se realizará todos los días mientras el pozo se encuentre en la etapa de terminación y ensayo.</p> <p>La primera vista (General/Costo Diario) contendrá información general del pozo donde se realiza la terminación. La misma contará con el campo Pozo: el cual será un input de tipo texto con un máximo de 30 caracteres, el valor de este input deberá ser sugerido por el sistema (nombre del pozo en cuestión) este campo no es modificable por el usuario. El segundo input será la Zona a Ensayar: input de tipo texto con un máximo de 30 caracteres, el valor de este campo se introducirá la primera vez que se haga el reporte de terminación y luego el sistema deberá sugerirlo cada vez que se vaya a realizar dicho reporte. El tercer campo será la Fecha: campo de tipo <i>date</i> el cual deberá mostrar la fecha en el formato <i>dd/mm/aaaa</i>, esta fecha debe coincidir con la fecha del pozo y deberá ser sugerida automáticamente por el sistema. Dando al usuario la posibilidad de cambiarla. El cuarto campo será Supervisores: el cuál será de tipo texto permitiendo solo letras y el carácter especial /, el cual se utilizará para separar los nombres de los supervisores en caso de que sean más de uno los que participen en la confección del reporte, el valor de este campo se introducirá la primera vez que se haga el reporte de terminación y luego el sistema deberá sugerirlo cada vez que se vaya a realizar dicho reporte El quinto campo será el Equipo: campo alfanumérico que permitirá un máximo de 30 caracteres, el valor de este campo será sugerido por el sistema (nombre del equipo que se utilizó durante el proceso de perforación), el valor del campo podrá ser cambiado si a usuario así lo decide. El sexto campo será Día: el cual será un de tipo entero y permitirá hasta 5 caracteres como máximo. El valor de este campo se calculará automático, y comenzará en 1, siendo este el número asociado al primer reporte de terminación.</p> <p>Esta vista contará además con los valores asociados a los Costos Diarios, así como los costos acumulados hasta la fecha: el costo en M.N y M.L.C serán campos numéricos con un valor máximo de hasta 10 caracteres permitiendo valores decimales. Y los campos M.N y M.L.C referentes al acumulado será campos numéricos con un valor máximo de 10 caracteres permitiendo valores decimales, estos campos no se pueden editar, el</p>	

sistema deberá calcular el acumulado hasta la fecha y mostrarlo en los campos correspondientes.

La segunda Vista Operaciones Diarias, contendrá los datos asociados a las operaciones del día. El primer campo será Hora Inicio: Valor de tipo date (HH:MM) que se dará en hora militar, el segundo campo será Hora Terminación: Valor de tipo date (HH:MM) que se dará en hora militar. Ambos campos solo permiten valores numéricos y el carácter especial (:), además contará con los campos Tiempo Trabajado y Tiempo parado; valores de tipo decimal con un máximo de 5 dígitos y su valor máximo es 24, estos campos se dan en Horas (h). El valor del campo Tiempo Trabajado se calculará de forma automática y será el resultado de la hora de fin menos la hora de inicio de la actividad en cuestión. El valor del campo Tiempo Parado será por defecto 0.

Además, el campo Sumario de las Operaciones será de tipo texto y no tendrá limitaciones en cuanto a la cantidad de caracteres.

Los campos Hora Inicio, Hora Fin, Tiempo Trabajo, Tiempo Parado y Sumario de las Operaciones, se deberán poder replicar en la misma vista para permitir la entrada de más de una actividad en un día (colección de elementos)

Finalmente, la vista contendrá 4 campos adicionales, el primero será Total del Día Trabajado, campo de tipo decimal, que admitirá valores con una longitud máxima de 2 caracteres y su valor no puede ser mayor a 24 horas, su valor será auto calculado y será el resultado de la suma de los valores de los campos tiempo trabajado. El segundo campo será Total del Día Trabajado Acumulado: campo de tipo decimal, que admitirá valores con una longitud máxima de 10 caracteres, el valor de este campo se calculará sumando todos los totales del día trabajado hasta la fecha en curso. El tercer campo será Total Día Parado: campo de tipo decimal, que admitirá valores con una longitud máxima de 2 caracteres y su valor no puede ser mayor a 24 horas, su valor se auto calculará y será la diferencia entre 24 y el Total Día Trabajado, el cuarto campo será Total Día Parado Acumulado: campo de tipo decimal, que admitirá valores con una longitud máxima de 10 caracteres, el valor de este campo se calculará sumando todos los totales del día parado hasta la fecha en curso.

La tercera vista, Sumario y Pronóstico: contará con dos campos, el primero llamado Sumario de las últimas 24 Horas, campo alfanumérico de tipo texto, permitiendo la inserción ilimitada de información y su valor será sugerido por el sistema, la información a sugerir será la concatenación de todos los resúmenes de las operaciones del día en curso, dando la posibilidad al usuario de modificarlo si así lo desea. Y el segundo campo llamado Pronósticos de las próximas 24 horas, campo alfanumérico de tipo texto que permite la inserción ilimitada de texto, el valor de este campo será los pronósticos de terminación del día anterior, dando la posibilidad de cambiarlo si el usuario así lo desea.

La cuarta Vista, Producción de Fluidos, contará con 6 campos: el primer campo de la sección Produjo será: Día, campo de tipo decimal con un tamaño máximo de 10 caracteres. El segundo campo de la sección Produjo será: Acumulado, campo decimal auto calculado con un tamaño máximo de 10 caracteres y que no se

podrá editar, su valor se auto calculará y será igual a la sumatoria de la producción de los días anteriores y la producción del día en curso. La sección Debe contará con dos campos, el primero llamado Día; campo de tipo decimal con un tamaño máximo de 10 caracteres, el segundo campo llamado Acumulado, campo decimal auto calculado con un tamaño máximo de 10 caracteres y que no se podrá editar, su valor se auto calculará y será igual a la sumatoria de la deuda de los días anteriores y la deuda del día en curso. La sección %BSW contará con el campo Día, campo de tipo decimal con un tamaño máximo de 10 caracteres. Y para finalizar el campo Comentario, campo alfanumérico de tipo texto que permite la inserción ilimitada de texto.

Observaciones:

Prototipo de interfaz:

HU Registrar la evaluación del ensayo del pozo

Tabla 6. HU Evaluación Ensayo del Pozo

Número: 3	Nombre del requisito: Registrar evaluación del ensayo del pozo
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 2
Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: Definido por el proyecto.	Tiempo Real: [Tiempo real dedicado a la realización de la HU en semanas.]
<p>Descripción: El sistema debe brindar la posibilidad de registrar los datos asociados al reporte de evaluación del pozo. Este reporte se realiza de forma diaria cada 1 hora aproximadamente.</p> <p>La vista contendrá 17 campos, el campo # 1 llamado Hora; se dará en hora militar y solo permitirá número y el carácter especial (:), con un tamaño máximo de 5 caracteres (00:00). Los campos; Presión Tubing, Presión Casing, serán numéricos de tipo decimal con un tamaño máximo de 10 caracteres y se expresan en Kilo pascal (kpa). El campo Producción es de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres y se expresa</p>	

en Metros cúbicos (m3). El campo Acumulado, es de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres y se expresa en Metros cúbicos (m3), su valor será auto calculado mediante la suma de todos los valores del campo producción. El campo Velocidad de la Bomba, se expresa en revoluciones por minuto (rpm), de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo Choque, expresado en milímetros (mm), será de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo Tipo de fluido, será de tipo texto y permitirá solo letras y los caracteres especiales (+ y /). El campo Torque de cabillas, se expresará en porciento (%), de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo Consumo, se expresará en A, de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo BSW % agua se expresa en porciento (%), de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo BSW % sed se expresa en porciento (%), de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo Nivel se expresa en mbbp, es de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo Presión de Fondo se expresa en kilo pascal (kpa) es de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres. El campo Total Acumulado, es de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres y será auto calculado. El campo Jefe de Operaciones, es de tipo texto y solo permitirá letras con una longitud máxima de 50 caracteres. Los campos pozo y fecha no se mostrarán en la vista, pero se tendrán en cuenta para el reporte que se debe generar.

Observaciones:

Prototipo de interfaz:

HU Gestionar Esquema de completamiento del pozo

Tabla 7. HU Esquema de Completamiento

Número: 4	Nombre del requisito: Registrar esquema de completamiento del pozo
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 2

Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: Definido por el proyecto	Tiempo Real: [Tiempo real dedicado a la realización de la HU en semanas.]

Descripción: El sistema debe permitir registrar el esquema de completamiento del pozo. La vista para ingresar la información correspondiente contará con varias pestañas.

La primera pestaña (General/Camisa) contendrá datos generales del pozo, así como de las camisas utilizadas en el encamisado del mismo. El primer campo será Yacimiento, campo de texto, con una longitud máxima de 50 caracteres, el valor del campo será sugerido por el sistema, el usuario no tendrá la posibilidad de modificarlo. El segundo campo será la Profundidad Total, valor que se debe dar en metros de tipo entero positivo, con una longitud máxima de 10 caracteres, este valor es conocido por el sistema, por tal motivo será sugerido al usuario y no se podrá modificar, el Fondo Artificial, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos, con una longitud máxima de 10 caracteres, la Altura de la Mesa Rotaria, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos, este valor es conocido por el sistema por tal motivo será sugerido y el usuario no podrá modificarlo, la Altura Suelo, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos, la Altura del Colgador, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos, el Tipo de Arbolito, campo seleccionable sus valores serán tomados del nomenclador Tipo de Arbolito, las Camisas, cadena que solamente admitirá letras, el Diámetro Exterior, valor que se debe dar en milímetros, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos, la Profundidad, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos, el Espesor, dato que solamente admitirá letras, el Peso, valor que se debe dar en lb/pies o kg/m, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos. El campo Camisa, Diámetro Exterior, Profundidad, Espesor y Peso, son conocidos por el sistema, por tal motivo solo se le mostraran al usuario a modo de información. Aquí se deben mostrar todas las camisas utilizadas en el pozo durante el encamisado, así como los datos asociados a las mismas. Si es posible mostrarla en una tabla para ahorrar espacio.

La segunda vista contendrá los valores de las Tuberías, el primer campo será Tipo de Tubería, campo seleccionable que obtendrá sus valores del nomenclador Tipo de Tubería, los valores de los campos Diámetro, Peso, Grado y Fabricante, serán cargados automáticamente del nomenclador Tipo de Tubería, la Cantidad de tuberías en el pozo, valor que pertenece al conjunto numérico de los Enteros – Positivos, Largo de la tubería, valor que se debe dar en metros, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos. Teniendo en cuenta que esta información es variable, se necesita hacer una colección para dar la posibilidad al usuario de adicionar las tuberías que desee.

La tercera vista Herramienta, contendrá los datos de la composición de herramienta utilizada para la esquematización del pozo. El primer campo será la Descripción, campo que admitirá letras y números, con un tamaño máximo de 255 caracteres, la Longitud, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos, Profundidad, valor que se debe dar en metros, pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos, siendo calculada por la longitud acumulada. La forma de calcularlo para el primer elemento es: largo de la tubería menos longitud de la primera herramienta. El largo de la tubería se conoce de la vista anterior. Para el resto de las herramientas se calcula: resto de la operación anterior menos la longitud de la herramienta actual.

La Composición de Herramienta por dentro de la Tubería, contará con la Descripción, campo que admitirá letras y números con un tamaño indefinido de caracteres, la Longitud, valor que se debe dar en metros, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, la Profundidad, valor que se debe dar en metros, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, la profundidad en este caso se calculará: resto de la sumatoria de las longitudes de las herramientas por dentro de la tubería menos la longitud de la primera herramienta.

La primera sección de la cuarta vista denominada Peso, contendrá el Peso sobre el Packer, valor que se debe dar en Kdn, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, el Peso sobre el Colgador, valor que se debe dar en Kdn, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, el Peso de la Cabilla, valor que se debe dar en Kdn, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos. La sección Cabezal del Pozo contará con la Presión de Trabajo, valor que se debe dar en Mpa, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, el Fabricante campo seleccionable que tomará su valor del nomenclador simple Fabricante, el campo Platillo y Enroscado deben ser seleccionable (Si/No) (Check Box). La sección perteneciente a las válvulas (Válvula Central y Válvula del Casing) contará con la siguiente información: Tipo, campo seleccionable que tomará su valor del nomenclador Tipo de Válvula que admitirá solamente letras y números, Fabricante campo seleccionable que tomará su valor del nomenclador simple Fabricante, Presión de Trabajo valor que se debe dar en Mpa, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, D.I valor que se debe dar en milímetros, perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, NACE TRIM campo que se seleccionará si se utilizará o no (si o no) (Check Box). La sección Ventilación, contará con el campo: espacio e/ camisa, campo que será seleccionable (si o no) (Check Box), y el campo Instalado y abierto, campo que será seleccionable (si o no) (Check Box).

La sección referente al Choque: contendrá un campo llamado Choque: campo que será seleccionable (si o no) (Check Box). Los campos Tipo y Fabricante de la sección Choque se habilitarán solo si el campo Choque es marcado. El campo Tipo admitirá solamente valores alfanuméricos, y el campo Fabricante, será un campo seleccionable que tomará su valor del nomenclador Fabricante. Finalmente, la sección Profundidad de Referencia, cuenta con los campos mbbp ó mbmr, campos que serán seleccionable (si o no) (radio button) y finalmente el campo Supervisor, campo que admitirá letras y números, su valor será sugerido automáticamente por el sistema y su valor será el Nombre y Apellido del usuario que tenga la sesión activa.

Observaciones:
Prototipo de interfaz:

HU Gestionar Estimulación del Yacimiento

Tabla 8. HU Estimulación del Yacimiento

Número: 5	Nombre del requisito: Gestionar Estimulación del Yacimiento.
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 2
Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: Definido por el proyecto.	Tiempo Real: [Tiempo real dedicado a la realización de la HU en semanas.]
<p>Descripción El sistema debe permitir al usuario registrar los datos asociados a la Estimulación del Yacimiento durante la etapa de terminación y ensayo. Se mostrarán varias vistas con los siguientes datos:</p> <p>La primera vista (General) contendrá información general, el campo Pozo, será una cadena ilimitada que permitirá letras y números, este valor solo se mostrará al usuario, no podrá ser modificado, el campo Tipo, campo seleccionable que tomará su valor del nomenclador Tipo Estimulación, la Fecha, seguirá el formato DD/MM/AAAA, con un máximo de 10 caracteres. Luego habrá una sección dedicada al Intervalo, la misma contendrá los campos Base, Tope y Longitud, campos de tipo decimal con un máximo de 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos y su valor se dará en metros. El valor del campo longitud será calculado por el sistema y será la diferencia entre el campo Base menos el campo Tope. Estos tres valores son una colección de elementos. El sistema debe permitir agregar más de una fila con estos elementos.</p> <p>La segunda vista Inyección/Casing será una colección de elementos compuesta por los campos Pr. Inyección -- Inicio, el cual permitirá a lo máximo 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Enteros –</p>	

Positivos y su valor se dará en atm, el Pr. Inyección – Final, el cual permitirá a lo máximo 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos y su valor se dará en atm, el Pr. Casing – Inicial, el cual permitirá a lo máximo 5 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos y su valor se dará en atm, el Pr. Casing – Final, el cual permitirá a lo máximo 5 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos y su valor se dará en atm, la Relación, el cual permitirá a lo máximo 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos y su valor, se dará en metros cúbicos/metros, las Observaciones, cadena ilimitada que permitirá letras y números.

La tercera vista (Receta) contará con el campo Producto, campo seleccionable que tomará su valor del nomenclador Producto Estimulación, el campo U/M, valor seleccionable que tomará su valor del nomenclador unidad de medida, su valor por defecto debe ser Lts, el campo Cantidad, será de tipo decimal con una longitud máxima de 10 caracteres, finalmente el campo Cantidad Total, campo auto calculado que no se podrá modificar y su valor estará dado por la sumatoria de las cantidades. Estos campos podrán ser replicados ya que se pueden agregar más de un elemento.

La cuarta Vista Inyección de la Solución, contará con el campo Fecha Inicio, seguirá el formato DD/MM/AAAA, Hora Inicio, seguirá el formato de hora militar HH:MM, el campo Fecha Fin, seguirá el formato DD/MM/AAAA, el campo Hora Fin seguirá el formato de hora militar HH:MM, el campo Longitud Total de capa tratada, permitirá a lo máximo 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Enteros – Positivos y su valor será dado en metros, el campo Fluido de desplazamiento, cadena ilimitada que permitirá letras y números, el campo Jefe de Operaciones de Terminación, cadena ilimitada que permitirá letras y números. El valor de este campo se generará automáticamente y será el nombre del usuario que tenga la sección activa, el usuario puede modificarlo si así lo desea.

Observaciones:

Prototipo de interfaz:

HU Registrar Producción.

Tabla 9. HU Registrar Producción

Número: 6	Nombre del requisito: Registrar Producción.
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: Definido por el proyecto.	Tiempo Real: [Tiempo real dedicado a la realización de la HU en semanas.]
<p>Descripción: El sistema debe permitir al usuario registrar, diariamente, los datos asociados a la producción de fluido durante la etapa de terminación y ensayo. Se contará varias vistas descritas a continuación:</p> <p>La vista, El Tipo de Fluido - Agua - Recibido – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Recibido – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Bombeado al Pozo – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Bombeado al Pozo – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Recuperado – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Recuperado – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Rechazado – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Rechazado – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Bombeado al CC – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Bombeado al CC – Acumulado, valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Agua - Existencia en Tanques valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos.</p> <p>La vista, el Tipo de Fluido - Petróleo - Recibido – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Petróleo - Recibido – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido -</p>	

Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Día - Recibido – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Bombeado al Pozo – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Bombeado al Pozo – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Recuperado – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Recuperado – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos.

El Tipo de Fluido - Total - Rechazado – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Rechazado – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Bombeado al CC – Día valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Bombeado al CC – Acumulado valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, siendo un valor calculado y dado en metros cúbicos. El Tipo de Fluido - Total - Existencia en Tanques valor perteneciente al conjunto de los números Decimales – Positivos, con un tamaño máximo de 10 caracteres, dado en metros cúbicos.

Se registran los datos mediante la opción de “Guardar y Enviar”. Luego se muestra una ventana emergente mostrando el mensaje ¿Está seguro que desea registrar la Producción de fluido? Se puede abortar el registro de la Producción de fluido, seleccionando la opción “Cancelar”.

Observaciones:

Prototipo de interfaz:

HU Registrar Punzado de Pozo

Tabla 10. HU Punzado de Pozo

Número: 7	Nombre del requisito: Registrar Punzado de Pozo
Programador: Dariel Costa Báez	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Alta [Alta, Media , Baja]	Tiempo Estimado: 45 días
Riesgo en Desarrollo: [Hacer referencia a los riesgos identificados en plan de riesgos]	Tiempo Real: [Tiempo real dedicado a la realización de la HU en semanas.]
<p>Descripción: El sistema debe permitir al usuario registrar los datos asociados al Punzado del pozo durante la etapa de terminación y ensayo mediante el menú Terminación y Ensayo/ Punzado del pozo/ Registrar. Contará con una vista, siendo esta descrita a continuación:</p> <p>Fecha: campo que seguirá el formato MM/DD/AAAA, Intervalo: campo de selección que permitirá escoger una sola opción, Tipo Carga: campo de solo letras que admitirá hasta 255 caracteres, Densidad: campo que admitirá 10 caracteres como máximo, perteneciente al conjunto de números Decimales – Positivos, Fluido: campo que admitirá 10 caracteres como máximo, perteneciente al conjunto de números Decimales – Positivos, Intervalo de Estimulación – Base: campo que admitirá 10 caracteres como máximo, perteneciente al conjunto de números Decimales – Positivos, Intervalo de Estimulación – Tope: campo que admitirá 10 caracteres como máximo, perteneciente al conjunto de números Decimales – Positivos, Intervalo de Estimulación – Longitud: campo que admitirá 10 caracteres como máximo, perteneciente al conjunto de números Decimales – Positivos, Presión – Antes: campo que admitirá como máximo 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos y se dará en la unidad de medida psi, Presión – Después: campo que admitirá como máximo 10 caracteres pertenecientes al conjunto de los números Decimales – Positivos y se dará en la unidad de medida psi, Observaciones: campo alfanumérico con un tamaño ilimitado.</p> <p>Se registran los datos mediante la opción de “Guardar y Enviar”. Se muestra una ventana emergente mostrando el mensaje de confirmación. Luego se muestra un mensaje informando el cambio. Se puede abortar el registro Punzado del pozo, seleccionando la opción “Cancelar”. Si existe algún campo vacío se mostrará un mensaje de advertencia. Si se introduce datos erróneos se mostrará un mensaje de error.</p>	
Observaciones:	

Prototipo de interfaz:

Anexo 2 Diagramas de Clases

Diagrama de Clases Registrar Reporte Diario de Terminación

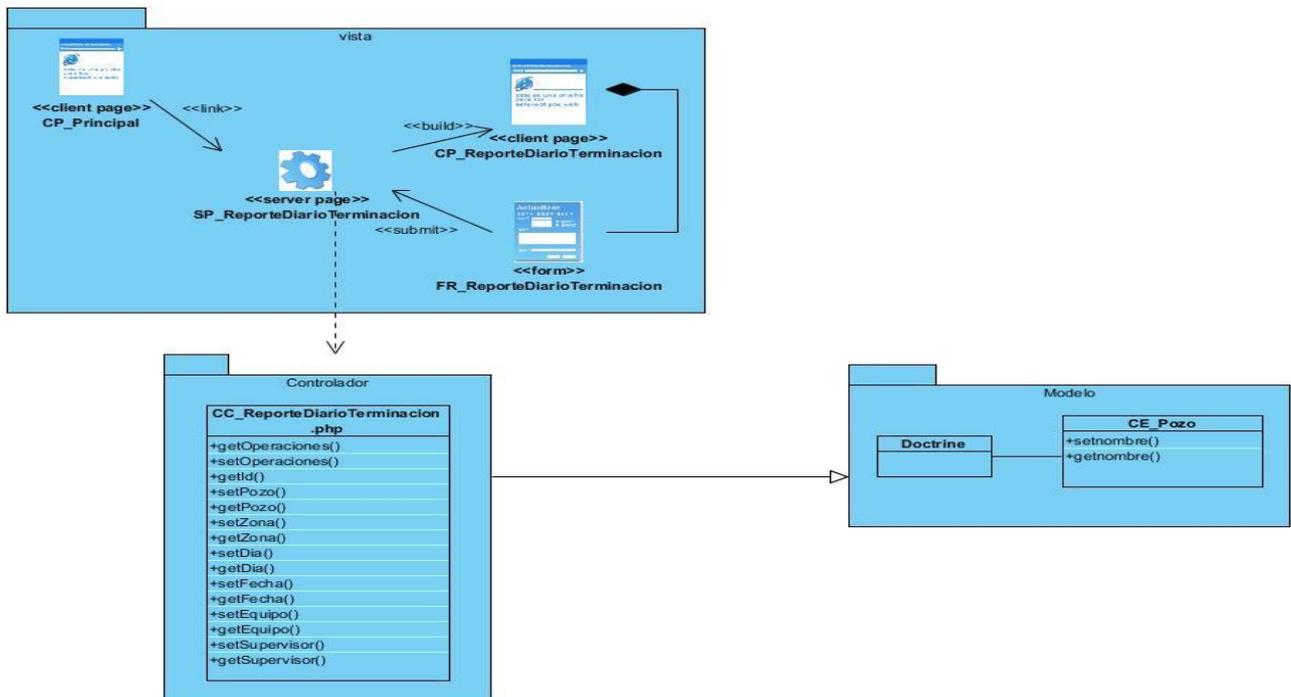


Figura 15. Diagrama de clases Registrar Reporte Diario de Terminación

Diagrama de Clases Registrar la Evaluación del Ensayo.

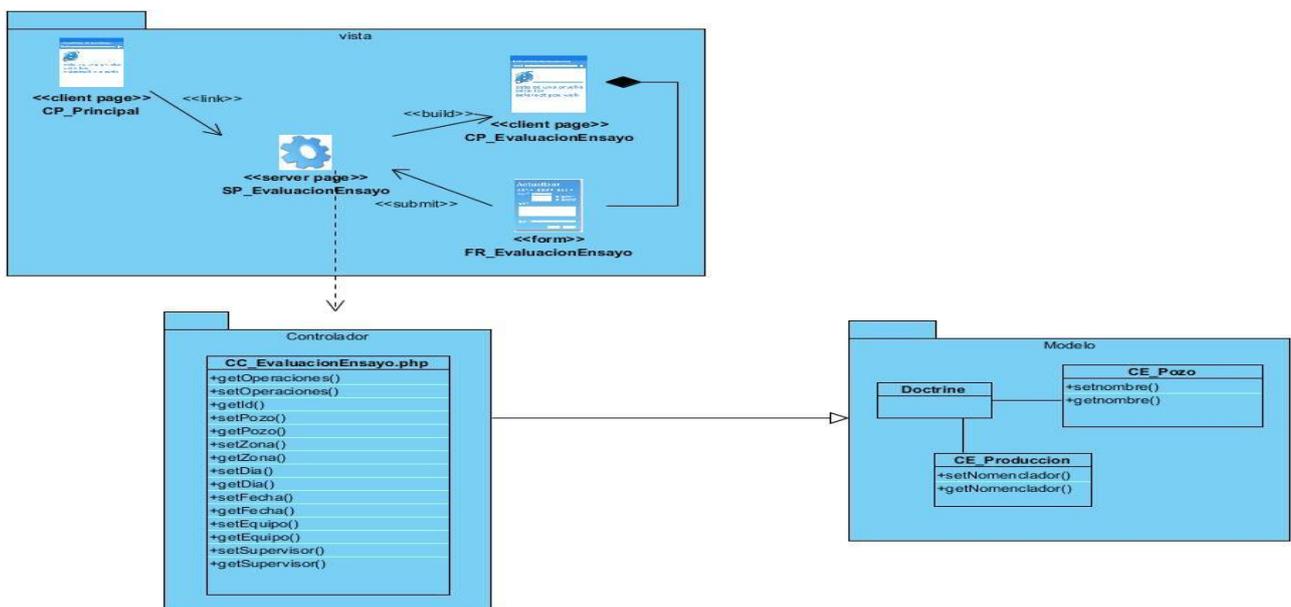


Figura 16. Diagrama de Clases Registrar la evaluación del ensayo

Diagrama de Clases Gestionar Esquema de Completamiento del pozo.

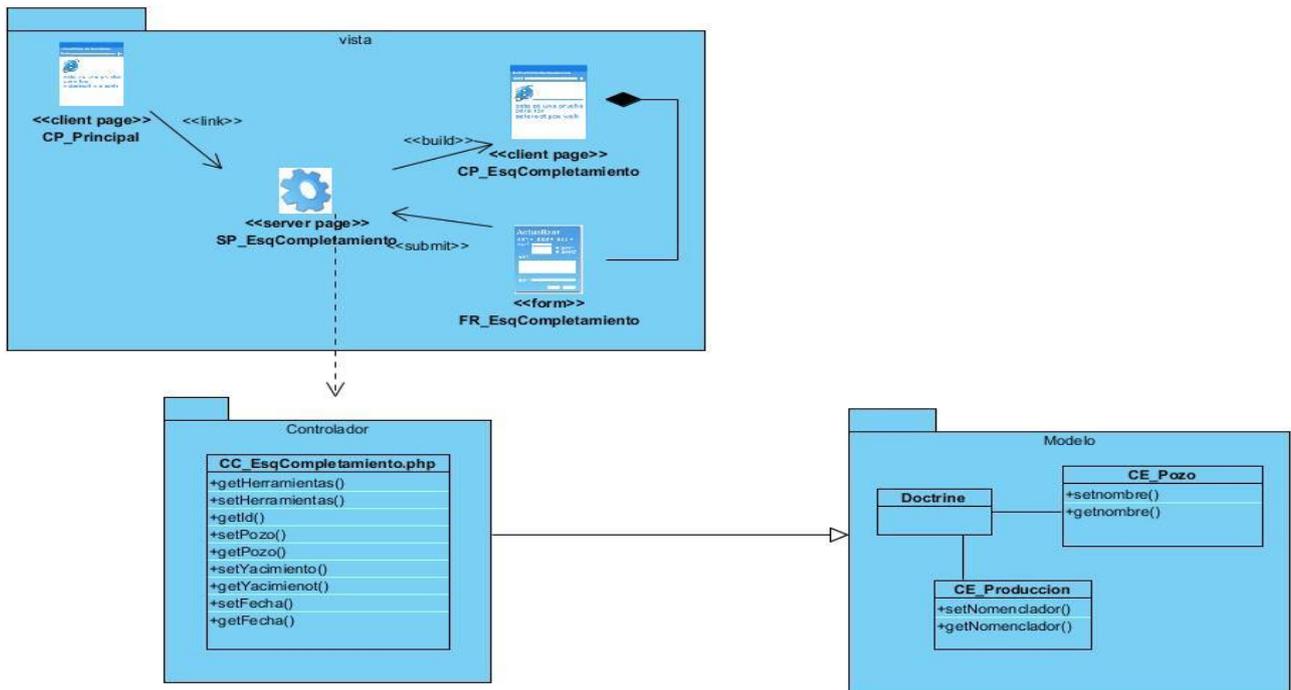


Figura 17. Esquema de completamiento del pozo

Diagrama de Clases Registrar Punzado de Pozo.

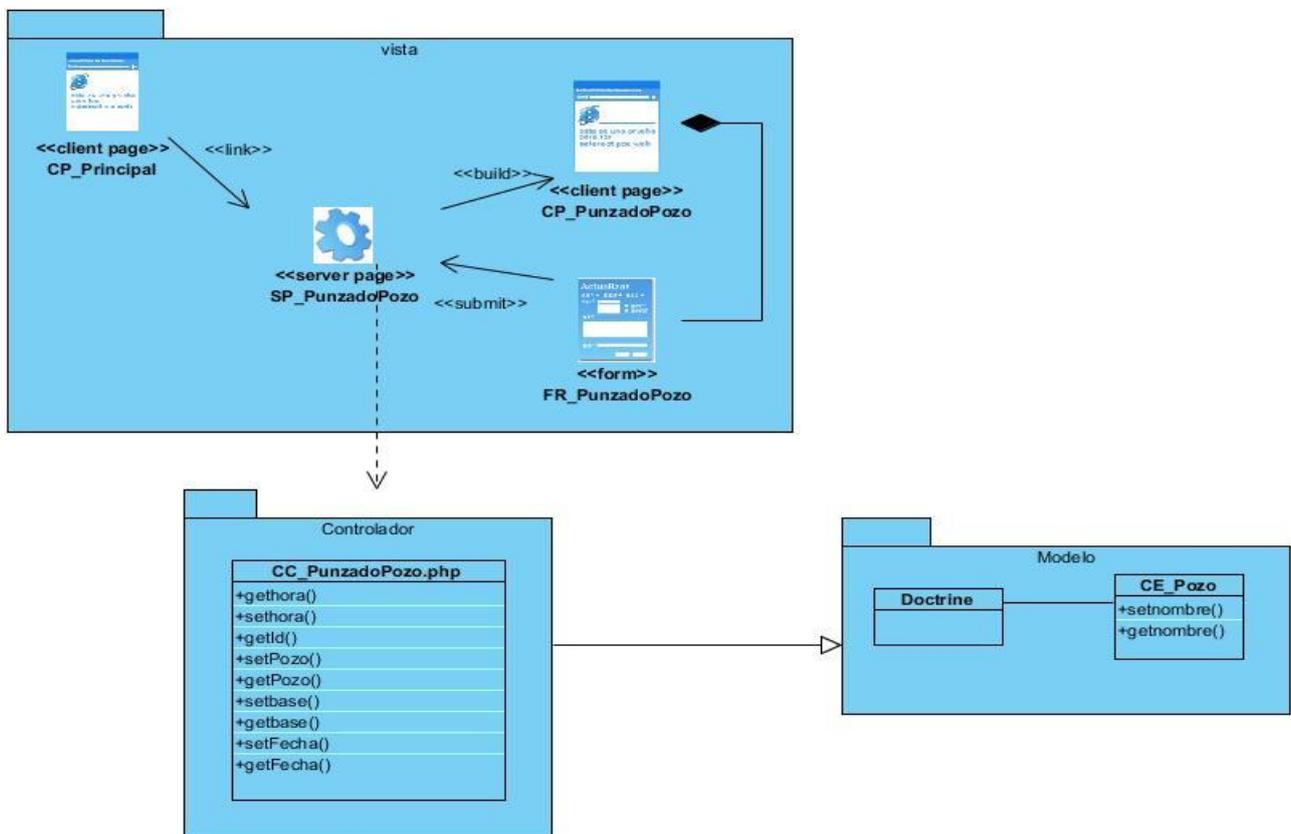


Figura 18. Diagrama de Clases Registrar Punzado del Pozo

Diagrama de Clases Gestionar Estimulación del Yacimiento.

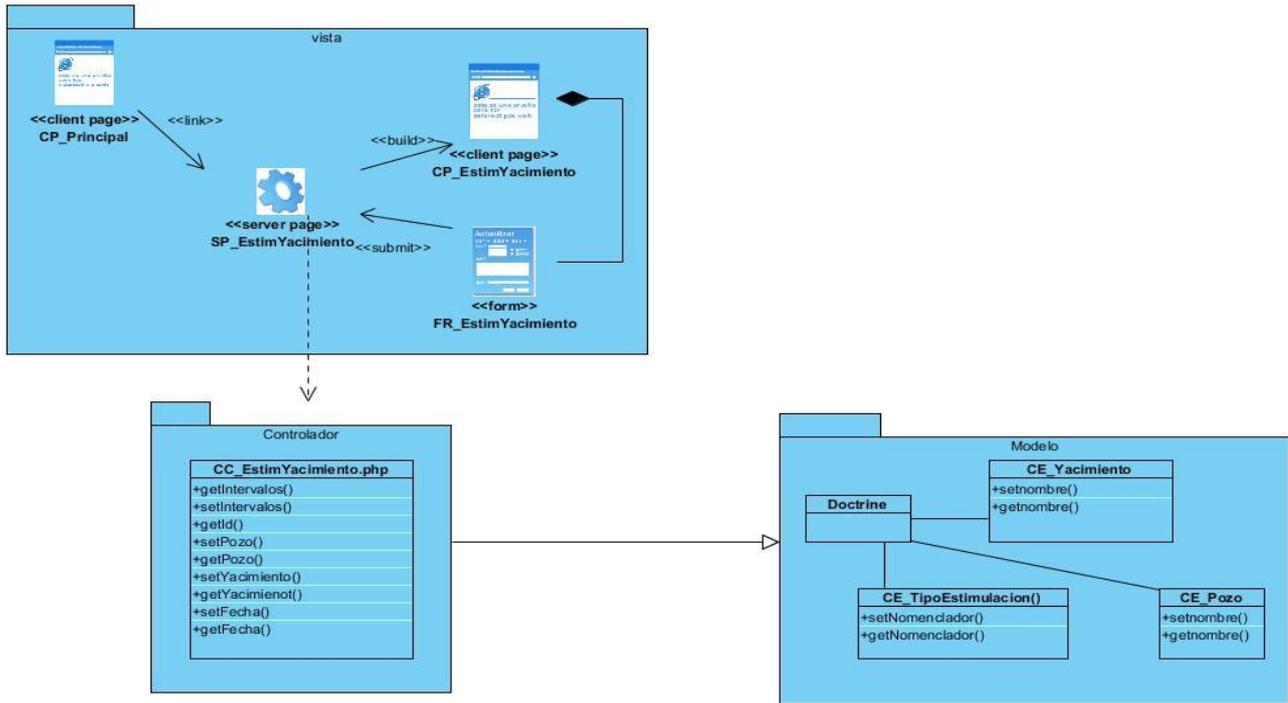


Figura 19. Estimulación del Yacimiento

Diagrama de Clases Registrar Producción.

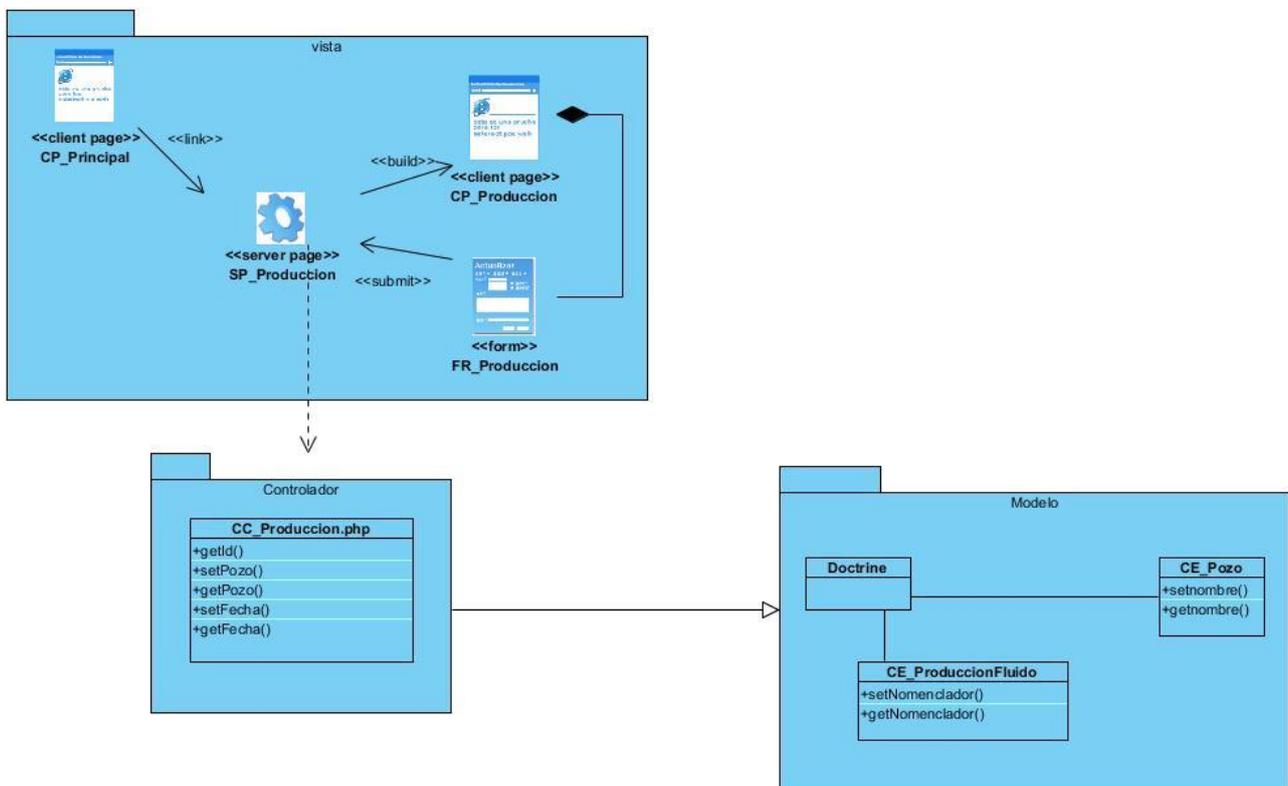


Figura 20. Diagrama de Clases Registrar Producción.

Anexo 4 Diseño de Casos de Prueba

Caso de prueba CU Reporte Diario de Terminación

✓ **Breve Descripción**

El sistema deberá brindar la posibilidad de gestionar los datos asociados al Reporte diario de Terminación.

✓ **Condiciones de Ejecución**

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Reporte Diario de Terminación, General/Costos

Tabla 11. CP Reporte Diario Terminación, General/Costos.

Escenario	Descripción	Día	Fecha	Equipo	Supervisor	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Reporte Diario Terminación.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> General/Costos. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Día, Fecha, Equipo, Supervisor. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra los datos.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> General/Costos.
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> General/Costos. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	I	2: El sistema muestra los campos: Día, Fecha, Equipo, Supervisor. 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la evaluación y ensayo. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> General/Costos.
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación->	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Día, Fecha, Equipo, Supervisor. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación->

> General/Costos. 3: Deja campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".					y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	General/Costos.
---	--	--	--	--	--	-----------------

SC2: Registrar Reporte Diario de Terminación, Sumario y Pronósticos

Tabla 12. CP Reporte Diario Terminación, Sumario y Pronósticos.

Escenario	Descripción	Hora inicio	Hora fin	Tiempo trabaj	Tiempo parado	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Reporte Diario Terminación.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Sumario y Pronósticos. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Hora Inicio, Hora fin, Tiempo Trabajado, Tiempo Parado. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra los datos.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Sumario y Pronósticos.
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Sumario y Pronósticos. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	I	2: El sistema muestra los campos: Hora Inicio, Hora fin, Tiempo Trabajado, Tiempo Parado. 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la evaluación y ensayo. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Sumario y Pronósticos.
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Sumario y Pronósticos.	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Hora Inicio, Hora fin, Tiempo Trabajado, Tiempo Parado.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Sumario y Pronósticos.

	> Sumario y Pronósticos. 3: Deja campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".					Parado. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Sumario y Pronósticos.
--	--	--	--	--	--	--	------------------------

SC3: Registrar Reporte Diario de Terminación, Producción de fluidos

Tabla 13. CP Reporte Diario Terminación, Producción de fluidos.

Escenario	Descripción	Día	Acumulado	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Reporte Diario Terminación.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Producción de fluidos. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	2: El sistema muestra los campos: Día, Acumulado. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra los datos.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Producción de fluidos.
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Producción de fluidos. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	2: El sistema muestra los campos: Día, Fecha, Equipo, Supervisor. 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la evaluación y ensayo. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Producción de fluidos.

EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Producción de fluidos. 3: Deja campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	2: El sistema muestra los campos: Día, Fecha, Equipo, Supervisor. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Reporte Diario de Terminación-> Producción de fluidos.
--------------------------------	---	---	---	--	---

Caso de prueba CU Registrar Evaluación de Ensayo.

✓ **Breve Descripción**

El sistema deberá brindar la posibilidad de gestionar los datos asociados a la evaluación y ensayo.

✓ **Condiciones de Ejecución**

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Evaluación y Ensayo

Tabla 14. CP Evaluación y Ensayo.

Escenario	Descripción	Fecha	Hora	Presión Tubing	Presión Casing	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Evaluación y Ensayo.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Evaluación y Ensayo. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Fecha, Hora Presión Tubing, Presión Casing,..... 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra la evaluación y ensayo.	Operaciones Diarias de Terminación-> Evaluación y Ensayo.
EC 2: Datos Incorrect	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación->	V	V	V	I	V	2: El sistema muestra los campos: Fecha, Hora Presión Tubing, Presión	Operaciones Diarias de Terminación -> Operaciones

os	Evaluación y Ensayo. 3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción "Guardar y Enviar".						Casing,.... 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la evaluación y ensayo. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Diarias de Terminación-> Evaluación y Ensayo.
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Evaluación y Ensayo. 3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V		2: El sistema muestra los campos: Descripción, OD, ID, Longitud, Total. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación -> Operaciones Diarias de Terminación-> Evaluación y Ensayo.

Caso de prueba CU Gestionar Esquema de completamiento del pozo.

✓ **Breve Descripción**

El sistema deberá brindar la posibilidad de gestionar los datos asociados al Esquema de Completamiento.

✓ **Condiciones de Ejecución**

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Esquema de Completamiento, General/Camisas

Tabla 15. CP Esquema de Completamiento, General/Camisas.

Escenario	Descripción	Camisa	Diámetro exterior	Profundidad	Espesor	Grado	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Esquema de Completamiento.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento -> General/Camisas	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Camisa, Diámetro exterior, profundidad, espesor, grado. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> General/Camisas.

	as. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".						que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra el esquema de completamiento.	
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento ->General/Camisas. 3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	I	V	2: El sistema muestra los campos: Camisa, Diámetro exterior, profundidad, espesor, grado. 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar el esquema de completamiento. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> General/Camisas.
EC 3: Campos vacíos.	El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento ->General/Camisas. 3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar"	V	V	V	V		2: El sistema muestra los campos: Camisa, Diámetro exterior, profundidad, espesor, grado. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> General/Camisas.

SC2: Registrar Tuberías

Tabla 16. CP Esquema de Completamiento, Tuberías.

Escenario	Descripción	Tipo	Grado	Peso	Fabricante	Cantidad	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Esquema de Completamiento.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento->Tuberías. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Tipo, Grado, peso, fabricante, cantidad 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra el esquema de completamiento.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> Tuberías
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento->Tuberías. 3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	I	V	2: El sistema muestra los campos: Tipo, Grado, peso, fabricante, cantidad 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar el esquema de completamiento. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> Tuberías
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento->Tuberías. 3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V		2: El sistema muestra los campos: Tipo, Grado, peso, fabricante, cantidad 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> Tuberías

SC3: Eliminar Tuberías

Tabla 17. CP Eliminar Tuberías.

Escenario	Descripción	Tipo	Diámetro	Peso	Grado	Fabricante	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Eliminar Composición de Herramientas con éxito.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación -> Esquema Completamiento -> Tuberías-> (-).	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Tipo, Grado, peso, fabricante, cantidad , verifica que existan datos y elimina la fila correspondiente.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema completamiento -> Tuberías ->(-)

SC4: Insertar Composición Herramientas

Tabla 18. CP Insertar Composición de Herramientas.

Escenario	Descripción	Tipo	Grado	Peso	Fabricante	Cantidad	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Esquema de Completamiento.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento->Composición de herramientas. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: tipo, grado, peso, fabricante, cantidad 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra el esquema de completamiento.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> CompHerramienta
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento->Composición de herramientas. 3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción	V	V	V	I	V	2: El sistema muestra los campos: tipo, grado, peso, fabricante, cantidad 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar el esquema de completamiento.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> CompHerramienta

	"Guardar y Enviar".						5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento->Composición de herramientas. 3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V		2: El sistema muestra los campos: tipo, grado, peso, fabricante, cantidad 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema de Completamiento-> Comp Herramienta

SC5: Eliminar Composición Herramientas

Tabla 19. CP Eliminar Composición de Herramientas.

Escenario	Descripción	Tipo	Diámetro	Peso	Grado	Fabricante	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Eliminar Composición de Herramientas con éxito.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación -> Esquema Completamiento -> Tuberías-> (-).	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Fecha, Hora Presión Tubing, Presión Casing,.... , verifica que existan datos y elimina la fila correspondiente.	Operaciones Diarias de Terminación-> Esquema completamiento -> Tuberías ->(-)

Caso de prueba CU Registrar Punzado de Pozo.

✓ Breve Descripción

El sistema deberá brindar la posibilidad de registrar los datos asociados al Punzado de Pozo.

✓ Condiciones de Ejecución

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Punzado de Pozo

Tabla 20. CP Punzado de Pozo.

Escenario	Descripción						Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Registrar Punzado de Pozo.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> r Punzado de Pozo->Registrar. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra el esquema de completamiento.	Operaciones Diarias de Terminación-> Punzado de Pozo->Registrar.
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Punzado de Pozo->Registrar. 3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	I	V	2: El sistema muestra los campos: 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar el esquema de completamiento. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Punzado de Pozo->Registrar.
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Punzado de Pozo->Registrar. 3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V		2: El sistema muestra los campos: 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.	Operaciones Diarias de Terminación-> Punzado de Pozo->Registrar.

Caso de prueba CU Gestionar Estimulación del Yacimiento.

Registrar Estimulación del Yacimiento.

✓ Breve Descripción

El sistema deberá brindar la posibilidad de registrar los datos asociados a la Estimulación

del Yacimiento.

✓ **Condiciones de Ejecución**

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Estimulación del Yacimiento

Tabla 21. CP Registrar Estimulación del Yacimiento.

Escenario	Descripción	Base	Tope	Longitud	Respuesta del sistema
EC 1: Registrar Estimulación del Yacimiento.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Estimulación del Yacimiento. ->Registrar. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Base, Tope, Longitud. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra la Estimulación del Yacimiento..
EC 2: Datos Incorrectos	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Estimulación del Yacimiento->Registrar. 3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Base, Tope, Longitud. 4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la Estimulación del Yacimiento. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.
EC 3: Campos vacíos.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Estimulación del Yacimiento->Registrar. 3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Base, Tope, Longitud. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.

SC2: Eliminar Estimulación del Yacimiento

Tabla 22. CP Eliminar Estimulación del Yacimiento.

Escenario	Descripción	Base	Tope	Longitud	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1: Eliminar Estimulación del Yacimiento con éxito.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación -> Estimulación del Yacimiento-> (-).	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Base, Tope, Longitud. , verifica que existan datos y elimina la fila correspondiente.	Operaciones Diarias de Terminación-> Estimulación del Yacimiento-> (-)

Caso de prueba CU Gestionar Estimulación del Yacimiento.

Registrar Producción.

✓ **Breve Descripción**

El sistema deberá brindar la posibilidad de registrar los datos asociados a la Producción.

✓ **Condiciones de Ejecución**

El usuario debe tener los permisos necesarios.

SC1: Registrar Producción

Tabla 23. CP Producción.

Escenario	Descripción	Agua	Petróleo	Otros	Total	Respuesta del sistema
EC 1: Registrar Producción.	1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Producción ->Registrar. 3: Introduce los valores correspondientes en cada campo y presiona la opción "Guardar y Enviar".	V	V	V	V	2: El sistema muestra los campos: Agua, Petróleo, Otros, Total. 4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos. 5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de confirmación. 6: Cierra la ventana del mensaje y registra la Producción.

<p>EC 2: Datos Incorrectos</p>	<p>1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Producción ->Registrar.</p> <p>3: Introduce algunos datos incorrectos y presiona la opción "Guardar y Enviar".</p>	<p>V</p>	<p>V</p>	<p>I</p>	<p>V</p>	<p>2: El sistema muestra los campos: Agua, Petróleo, Otros, Total.</p> <p>4: Detecta valores incorrectos en algunos campos, muestra un mensaje de alerta y no permite registrar la Producción.</p> <p>5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.</p>
<p>EC 3: Campos vacíos.</p>	<p>1: El usuario sigue la ruta Operaciones Diarias de Terminación-> Producción ->Registrar.</p> <p>3: Introduce los valores dejando campos vacíos y presiona la opción "Guardar y Enviar".</p>	<p>V</p>	<p>V</p>	<p>V</p>	<p>V</p>	<p>2: El sistema muestra los campos: Agua, Petróleo, Otros, Total.</p> <p>4: Valida que no hayan quedado campos vacíos y que todos los datos sean correctos.</p> <p>5: Muestra una nueva ventana con un mensaje de error.</p>