



**Título:** DESCRIPCIÓN DE UN SOFTWARE APLICADO A LA INGENIERIA EN GAS Y PETROLEO ( SYSDRILL)

**Autor:** Derik Jhoel Fernandez Cárdenas

**Fecha:** 25/05/2022

**Código de estudiante:** 47760

Carrera: Ing. Gas y Petróleo

Asignatura: Simulación y Modelos

Grupo: A

Docente: Ing. Fernando Parra Arce

Periodo Académico: semestre

Subsede: Oruro

## RESUMEN

En la actualidad el trabajo de perforación de pozos es más demandante y se requiere que los trabajadores estén preparados para enfrentar los nuevos desafíos

Unos de los mayores problemas que se pueden encontrar al momento de realizar un pozo petrolero es la invasión de fluidos de la formación al pozo, fenómeno conocido como brote, que en caso de no ser detectado a tiempo puede originar un reventón, el cual sería totalmente catastrófico, porque provocaría pérdidas de materiales y equipo, e inclusive de vidas humanas, además de causar severo daño al medio ambiente.

Por tal motivo el entrenamiento de estudiantes y trabajadores juega un papel importante en la formación de habilidades y competencias, para esto se requiere de software y equipo que puedan simular las condiciones de operación que se generan al momento.

Una vez realizado el software se realiza un estudio de caso de un pozo en condiciones reales y los resultados prácticamente son apegados a la realidad.

## INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la perforación de pozos petroleros no se tenía un control para los fluidos que emergían del pozo porque las operaciones eran artesanales, con el paso del tiempo la profundidad a la que se encontraban los yacimientos fueron aumentando y se tuvo que emigrar a la ingeniería para poder extraer los hidrocarburos atrapados entre las rocas y minimizar el impacto ambiental causado por esta actividad. Hace muchos años, la detección de los brotes no era una ciencia como la de hoy en día. Había un método popular llamado "marco señalador de brotes" ya que se utilizaba la altura del lodo expulsado a través de la mesa rotatoria para determinar si había ocurrido un influjo. Esto fue a su vez tanto la causa como el efecto de una renuencia a utilizar el arreglo de preventores de reventones para cerrar un brote. La cuadrilla de perforación temía que al cerrar los preventores, se perdiera la circulación o se pegara la tubería. Solo mediante la experiencia suficiente y un costoso experimento a tanteo, el personal se dio cuenta que un cierre tardado era la causa de los problemas. En la industria de explotación de hidrocarburos se requiere estar preparado para enfrentarse a diversos problemas que surgirán cuando se perfore un pozo, que en caso de no saber actuar ante tales incidencias pueden provocar daños y pérdidas de vidas humanas, instalaciones, equipos y el medio ambiente, que representa pérdidas millonarias para las empresas dedicadas a este rubro. Uno de los problemas que se puede enfrentar un ingeniero petrolero al perforar en un pozo es la entrada de fluidos no deseados como aceite, gas y/o agua que provienen de la formación, conocido como brote, que si no es controlado a tiempo puede causar daños irreversibles

## **OBJETIVOS**

### **a. OBJETIVO GENERAL**

- Usar este software didáctico para la simulación de control de pozos petroleros, a través de un algoritmo sencillo que sea amigable con el usuario, para que sean accesibles y comprensibles

### **b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar softwares actuales que se utilizan en la simulación para registrar los variables que se presentan en un descontrol.
- Ver las propiedades de este software.
- Tener conocimiento de que software tenemos que usar para distintas tareas en las respectivas industrias, fuentes laborales, etc.

## MARCO TEORICO

Hay dos fuerzas principales que trabajan en forma opuesta en un pozo. Estas son la presión de la columna hidrostática de fluido y la presión de formación. Si una de las presiones supera a la otra entonces puede ocurrir un brote o una pérdida de circulación. Debido a que la presión hidrostática es función de la densidad del fluido de trabajo en el pozo, su valor debe ser muy controlado. Realizando cálculos pequeños y con cuidado, y manipulando las ecuaciones para la presión hidrostática, es posible probar trabajos de cementación, estimar la presión de integridad de la formación, proyectar las densidades máximas del fluido de perforación y controlar el brote en los pozos. Los brotes y los reventones son prevenidos por personas que son capaces de trabajar en forma rápida y decidida bajo situaciones de estrés.

Uno de los aspectos más importantes del entrenamiento necesario para la prevención de reventones es entender los conceptos de presión y la habilidad para realizar cálculos exactos. Cuando llega el momento de cerrar un pozo, la decisión correcta debe ser tomada con rapidez y firmeza. Puede no haber tiempo para una segunda opinión. El pozo va ganado impulso mientras uno está tratando de decidir la acción a tomar.

El costo de cerrar un pozo comparado con el potencial de la pérdida de recursos, equipos y vidas humanas es insignificante. Una vez que se ha tomado la decisión de cerrar el pozo, se debe hacerlo rápidamente y de acuerdo con los procedimientos. Se han perdido pozos por no tener procedimientos de cierre o por no aplicar los procedimientos, lo que pueden conducir a indecisiones y cursos de acción equivocados.



Los procedimientos para el cierre del pozo deben ser establecidos, conocidos y ejecutados. Los trabajadores sin experiencia deben ser entrenados en relación con los procedimientos de cierre de un pozo.

Una vez entrenados, deben realizar prácticas hasta conseguir la máxima habilidad. Los trabajadores deben ser rotados entre los diferentes tipos de trabajos, de tal manera que queden familiarizados con las distintas responsabilidades de cada función.

No siempre están presentes todos los miembros, por lo que todos deben conocer los procedimientos de cierre del pozo durante un control. Se deben realizar simulacros semanalmente, a menos que los reglamentos dictaminen de otra forma, para asegurarse que todos están familiarizados y tener la habilidad suficiente en su labor. Los reventones son evitados por las cuadrillas capaces de detectar que el pozo está en presencia de un brote, y que luego tomen las acciones apropiadas para cerrar el pozo. Esto requiere entrenamiento, práctica y experiencia de las dotaciones para reaccionar con rapidez y serenidad bajo presión. Las técnicas de detección están todas sujetas a interpretaciones o medidas equivocadas. Con estas limitaciones, las técnicas de predicción aun valen la pena, porque la mejor manera de eliminar un brote es evitarlo. Las técnicas de predicción son confiables y si se aplican todos los métodos inteligentemente, las probabilidades de que algunos indicadores serán obvios son grandes. Para evitar un brote en un pozo, la densidad del fluido debe estar lo suficientemente alta como para dominar las presiones de formación sin perder circulación o disminuir la velocidad de penetración.

La predicción de altas presiones encontradas al perforarse puede medirse de tres formas. Pueden ser utilizadas evidencias geológicas o sísmicas para predecirlas antes de comenzar la perforación del pozo. Aumentar o bajar las presiones afectan la perforación, y los cambios en las condiciones de perforación pueden alertar al perforador que la columna ejercida por el fluido es pobre. Lo más importante a recordar es que los brotes pueden ocurrir en cualquier momento. Los brotes y los reventones han ocurrido durante todas las operaciones. Mientras unas regiones tienen un factor de riesgo bajo comparado con otras, así mismo siguen teniendo riesgo. La prevención de los brotes requiere planeamiento. Establecer los procedimientos para cerrar el pozo y desarrollar planes de contingencia en el caso de que algo no funcione bien. Que es lo que uno espera, a lo que uno se anticipa y para lo que uno está preparado nos sirve para evitar problemas. Aquello que no se espera, no se anticipa y para lo que no está preparado puede causar la pérdida de vidas, equipos y de propiedad.

## MARCO PRÁCTICO

Una solución integrada para la planeación de pozos **Sysdrill** es una aplicación completa y de fácil uso para la planeación de pozos, manejo de trayectorias y análisis de ingeniería de perforación; que permite a las compañías de servicios de perforación planificar pozos con mayor exactitud, reducir riesgos e incertidumbres al perforar, conocer la ubicación y perforar con más seguridad.

**Sysdrill** es una sola aplicación integrada con una sola base de datos, que trabaja bajo el sistema operativo Microsoft Windows. Esto permite niveles de integración sin precedente, interface consistente y amigable, y resultados más rápidos a través de flujos de trabajo de ingeniería altamente eficientes y flexibles. Los datos se ingresan una vez y están disponibles instantáneamente en todas las áreas de la aplicación, asegurando, su integridad y evitando ser transferidos o reingresados.

Sysdrill es un sistema configurable para múltiples usuarios, apropiado para una amplia implementación empresarial. Su robusta capacidad en manejo de datos, entrega a los usuarios individuales o en grupo, una base de datos con control de acceso de alto nivel. El registro de todos los objetos de la base de datos permite auditoria en todas las modificaciones. Un modelo de licencia flexible tiene una escala práctica que permite acceder a cualquier combinación entre planificación e ingeniería de pozo.

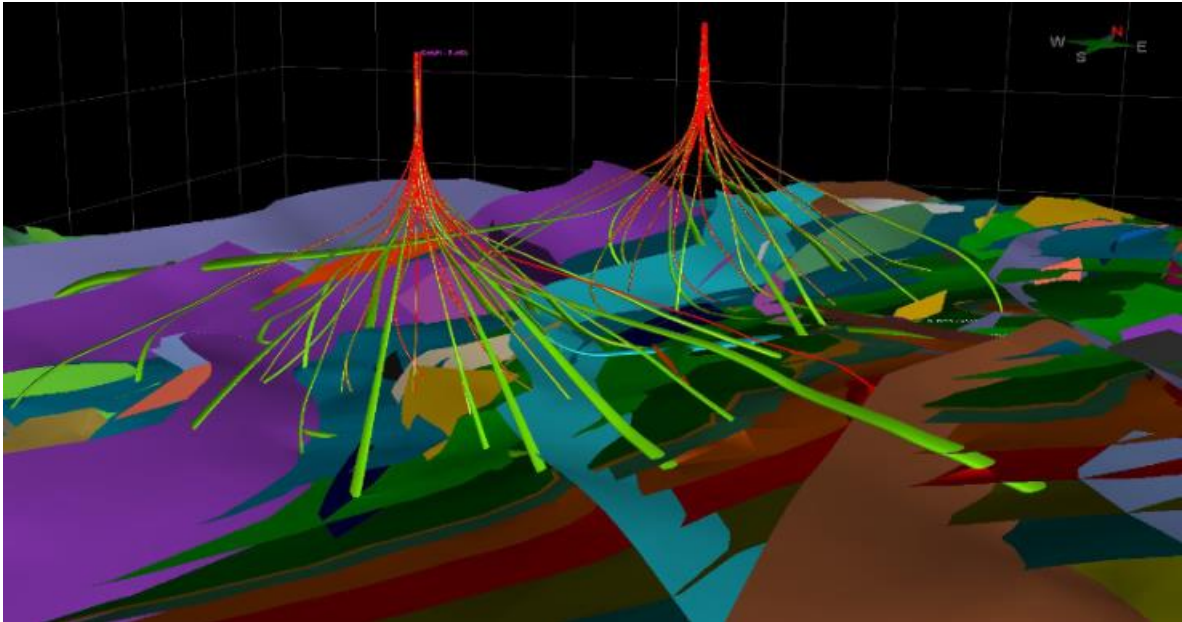
**Sysdrill Director:** Planeación de pozos y manejo de trayectorias Gestión de datos Sysdrill Director se ejecuta en la base de datos de Sysdrill y funciona como base de datos corporativos para el pozo.

### **Planeación de pozos**

Una interface gráfica de usuario ayuda al ingeniero de perforación visualizar los objetivos, incluyendo forma, dimensiones, espesor, rotación, buzamiento y desplazamiento. Se pueden cargar y visualizar superficies geológicas como fallas y horizontes, además se pueden calcular las intersecciones de la trayectoria con dichas formaciones geológicas. Se puede usar Sysdrill Director para planificar sidetrack, pozos multilaterales y retomar trayectorias ligándolos con otros ya existentes en la base de datos Sysdrill. Se pueden definir tuberías de revestimiento, secciones de pozo, comentarios y modelos de error. También se pueden cargar y visualizar líneas de permisos y límites locales.

## Manejo de trayectorias

Se pueden cargar todos los datos de trayectorias direccionales, incluyendo sobre escritura. La trayectoria definitiva se crea especificando el punto de partida y el fin de cada sección, resultando en la ubicación final del pozo y su incertidumbre. Una vez cargada la trayectoria final, esta puede ser bloqueada para asegurar su integridad de la base de datos para después realizar el análisis anticolidión o futura desviación.



## Sysdrill - Ingeniería de Perforación

### Sysdrill - Torque y Arrastre

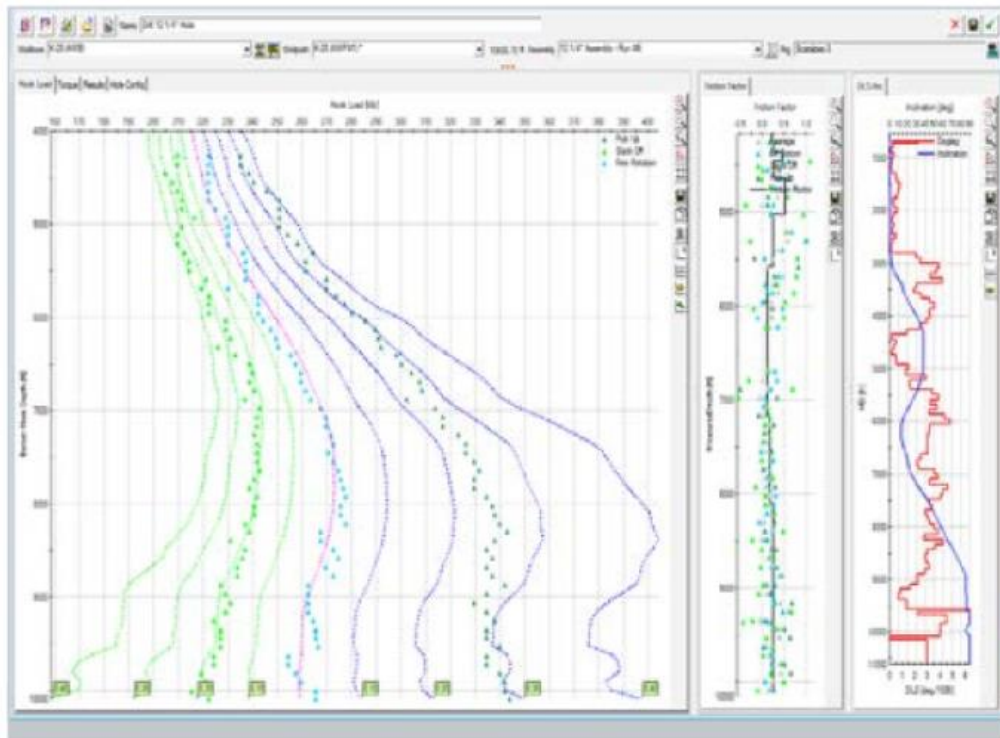
El sistema de análisis de Torque y Arrastre de Sysdrill se usa para validar diseños de pozo, previendo posibles fallas en las sartas de perforación, y disminuir tiempos no productivos. Los ingenieros de perforación lo pueden usar para modelar y evaluar todo tipo de BHA, por ejemplo: Sartas de perforación, corridas de tuberías de revestimiento, sartas de terminación, y condiciones como atrapamiento por derrumbes, margen de jalón entre otras.

### Constructor de sartas

El constructor sartas (BHA) permite construir rápidamente sartas complejas filtrando por herramientas en los catálogos de equipos de perforación.

El tipo y grado de material son totalmente personalizables, lo cual permite definir y agregar nuevas herramientas a un catálogo existente o a un nuevo catálogo. Uniones rotatorias API y conexiones de las tuberías de revestimiento, son modeladas permitiendo cálculo de propiedades y límites operacionales de las mismas.

Análisis de sensibilidades por factores de fricción El módulo de sensibilidades por factor de fricción realiza un análisis a diferentes profundidades usando diferentes factores de fricción, de tal modo que arroja un resumen con los resultados en superficie. La carga al gancho y torque en la superficie, obtenidos en el equipo pueden ser cargadas y mostradas en gráficas. Esto permite la comparación directa de modelos de carga diseñados con las cargas reales que se observan al perforar. Las herramientas para corrección de datos y el recalcu automático de los factores de fricción permiten que el modelo esté calibrado con precisión.



▲ Análisis de sensibilidad por factor de fricción

### Reducción de torque

El factor de reducción de fricción, axial y torsional, puede ser incorporado para modelar la última herramienta de reducción de torque.

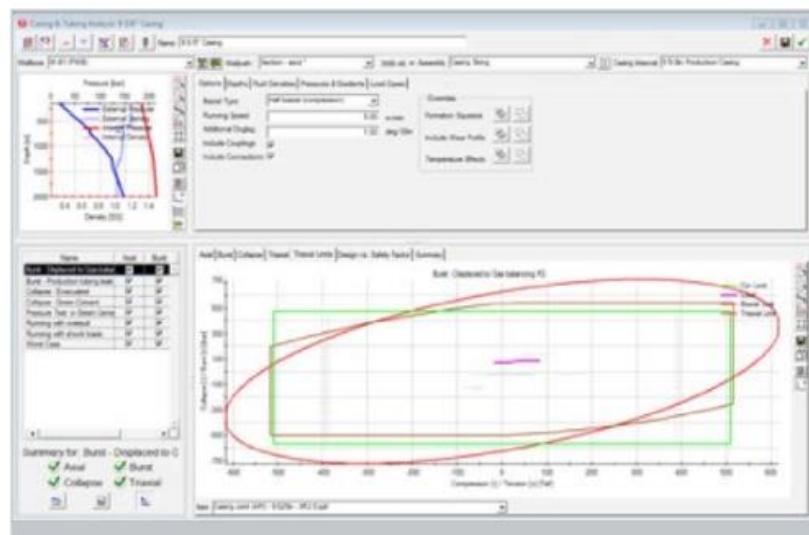
Usando datos de pozos ya perforados, los factores de fricción pueden ser recalculados permitiendo un análisis realista para futuros pozos. Al incluir efectos hidráulicos, las fuerzas adicionales viscosas y la tensión inducida por la presión, son incluidas en los cálculos. El cálculo del empacador permite modelar las condiciones de instalación del liner y del colgador, incluyendo rotación del liner y calcula el máximo pesos de asentamiento

### Sysdrill – Hidráulica

El sistema de análisis y optimización de Hidráulica de Sysdrill son usados para modelar las presiones de circulación en el fondo del pozo durante la perforación, viajando, y corriendo tuberías de revestimiento. Hay muchos modelos de optimización que mejoran el desempeño hidráulico de la barrena y aseguran la limpieza efectiva del hoyo. Las operaciones en aguas profundas se apoyan en un sistema intensificador de presión y gradiente

### Sysdrill - Control de Pozos

El calculador de tolerancia al aumento de presión se usa para asegurar que las zapatas de la tubería estén colocadas en profundidades seguras y para evitar que se formen fracturas empleando “Single Bubble Method”. Un aumento de presión de tamaño determinado se puede comparar con la profundidad de la zapata o con la máxima afluencia permitida para la sección de pozo calculada. Se puede crear rápidamente un “Kill Sheet” que incluye dinámicas MAASP, volúmenes, emboladas, presiones, y listas de pasos a seguir para bajar presión, requeridas para control del pozo



▲ Ventana del análisis de tuberías de revestimiento

## **Mínima curvatura y perfiles constantes de la cara de la herramienta**

- Modelos de error para ISCWSA magnetic y gyro
- Cercanía y proximidad 3D, cilindro viajero, y cálculo de planos horizontales de proximidad
- Visualizador 3D con movimiento libre, permite a terceros ver datos de Sysdrill
- Torque y Arrastre para sartas suaves y rígidas, cálculo de pandeo, soporta la definición de factores de fricción
- Hidráulica, incluye 4 modelos reológicos, manejo de presiones, cálculo de gasto y modelado HPHT
- Análisis de tubería de revestimiento incluyendo cálculos tri-axial y bi-axial
- Informes a Microsoft Word (y Excel)
- Funcionalidad de importación/exportación fácil de usar, compatible con Epos, con los archivos y servidores WITSML, con Peloton Wellview, ASCII, LAS y con la función de copiar y pegar

## **Ventajas de Paradigm**

- Sysdrill y su arquitectura de usuarios múltiples de la base de datos, ofrece interacción entre planificación de pozo e ingeniería de perforación, asegurando flujos de trabajo eficaces y productivos.
- Los análisis enfocados a resultados, ayudan a la rápida identificación y comprensión de los problemas de perforación.
- Una interfaz avanzada de ingreso y salida de datos permite carga convencional a terceros y rápida salida a varios destinos y archivos externos.
- Carga en tiempo real de datos WITSML, suministra los últimos datos para decisiones correctas.
- Acceso total al control de la base de datos. Restringido a áreas específicas y puede adaptarse a escenarios de máxima seguridad.
- Incorporación de información geológica en formatos estándar de la industria mejora la visualización y optimiza ubicación de pozo.

## CONCLUSIONES

Al controlar un pozo es imperante tener en cuenta que existen caídas de presión en el sistema, siendo las más importantes las que suceden en el espacio anular, ya que es donde se aloja el brote y de donde debemos extraerlo. Teniendo en cuenta esto, es necesario analizar el aumento de densidad que se le debe de hacer al fluido de control, ya que ayudándonos con la densidad equivalente de circulación podemos generar un margen que nos ayude a no densificar completamente el lodo de control que necesitamos para mantener estable la presión del yacimiento. Es importante siempre tener el registro de los datos del pozo, en este caso los esenciales para completar la hoja de matar. El llevar este registro nos permite actuar de forma más rápida desde el momento de hacer el cierre del pozo hasta que iniciamos a circularlo para sacar el influjo. Con ayuda del software desarrollado, estos tiempos se optimizan, ya que los cálculos se realizan de forma automática, lo que nos permite ahorrar minutos valiosos y así iniciar la circulación rápidamente. Es importante recalcar que el personal debe de estar siempre capacitado y actualizado para saber cómo reaccionar ante la entrada de un brote al pozo. Deben de saber analizar los parámetros de perforación e interpretar cuando exista la entrada de fluidos provenientes de la formación, para poder solucionar el problema evitando que este no cause ningún tipo de daño a la cuadrilla y al equipo. Es de gran ayuda que el ingeniero de pozo no solo realice sus trabajos operativos si no que vaya más allá, es decir, que se puede dar un tiempo de ir capacitando a sus compañeros de trabajo como técnicos, trabajadores de piso, etc., esto con el fin de que podamos compartir el conocimiento que tenemos y que junto con la experiencia de campo que ya tiene gran parte del personal, se pueda hacer un excelente equipo de trabajo en el pozo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

-Control de pozos. Perforación, completamiento y reacondicionamiento. Moody International Consulting & Training.

-Well control manual (1995) British Petroleum exploration.

-Guía de diseño para la perforación de pozos petroleros.

-2015. Paradigm Ltd. and its subsidiaries. All rights reserved