

Desarrollo de una herramienta TIC con características audiovisuales e interactivas para uso
didáctico en el laboratorio de lodos de perforación

Karen Tatiana Rodríguez Osorio, Yennyfer Molina Arana

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero de Petróleos

Director

Mario Torres López

Especialista en Ingeniería de gas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería de Petróleos

Ingeniería de Petróleos

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, creador y guía de mi vida.

A mi Papá y mi Mamá (Libardo Rodríguez y Marlene Osorio), por ser mi ayuda, mi fortaleza, mi motivación, por sus palabras de aliento, por su paciencia, por su esfuerzo, porque nadie más que ustedes han luchado, trabajado y anhelado este logro para mí.

A mi motor de vida, mi hijita preciosa (Lucia Guadalupe), mi chiquita, por su paciencia y amor.

A mi amor, compañero de vida (Julián Murillo), porque con su amor y su ayuda hizo que los momentos más difíciles fueran pasajeros.

Gracias a todas las personas especiales en mi vida que con sus buenos deseos influyeron en que esta meta de mi vida se cumpliera.

Karen Tatiana Rodríguez Osorio

Dedicatoria

Quiero agradecerle principalmente a Dios por haberme ayudado en este camino, haberme dado la perseverancia, sabiduría y resiliencia.

A mi madre Patricia Arana por todo su apoyo, por creer en mí y por los sacrificios que hizo para que alcanzáramos esta meta.

A mi abuelita Gladis Zabala porque sin su amor y dedicación no sería la persona que soy hoy en día, por siempre recordarme que era fuerte y que podía con cualquier obstáculo que tuviera.

A mis hermanas Aleja, Tati, Vale y Tali porque sin ellas saberlo siempre han sido el motor para querer mejorar, avanzar y tener mejores oportunidades. Vamos por buen camino las amo.

A mi tío Andrés Arana por su incondicionalidad, y siempre querer lo mejor para nosotras.

A Camilo Lemus quien ha estado a mi lado durante este proceso, gracias por ser mi amigo, confidente y apoyo en todo momento. Te amo eres un regalo que Dios me ha dado.

Igualmente quiero agradecer a mis demás familiares y amigos que aportaron en este proyecto de vida.

Yennyfer Molina Arana

Agradecimientos

Expresamos nuestros agradecimientos

Al Ingeniero, Especialista Mario Torres López, director de este proyecto de grado, por su ayuda y orientación en cada paso del desarrollo de este trabajo.

A la escuela de Ingeniería de Petróleos por su colaboración y brindarnos el permiso para poder asistir al laboratorio de Lodos de Perforación.

A la Universidad Industrial de Santander.

A todas las personas que de alguna forma colaboraron en el desarrollo de este proyecto de grado.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|---|-------------|
| Introducción | 16 |
| Objetivos | 17 |
| Objetivo General | 17 |
| Objetivos Específicos..... | 17 |
| 1. Generalidades de los Lodos de perforación | 18 |
| 1.1 Funciones principales del lodo..... | 19 |
| 1.1.1 Transporte y suspensión de recortes | 19 |
| 1.1.2 Funciones principales del lodo..... | 19 |
| 1.1.3 Controlar las presiones de la formación..... | 20 |
| 1.1.4 Retardar la caída de los sólidos al momento de parar la circulación | 21 |
| 1.1.5 Mantener las paredes del pozo | 21 |
| 1.2 Clasificación de los lodos | 21 |
| 1.2.1 Lodos no dispersos..... | 22 |
| 1.2.2 Lodos cálcicos..... | 22 |
| 1.2.3 Lodos dispersos..... | 22 |
| 1.2.4 Lodos saturados con sal | 23 |
| 1.3 Métodos de perforación | 23 |
| 1.3.1 Perforación con percusión..... | 23 |
| 1.3.2 Perforación rotatoria | 24 |
| 1.4 Sistema de circulación | 25 |
| 2. Descripción de la asignatura Lodos de Perforación..... | 26 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1 | Contenido de la asignatura lodos de perforación | 26 |
| 2.1.1 | Datos Vigentes | 26 |
| 2.1.2 | Justificación | 27 |
| 2.1.3 | Propósito de la asignatura | 27 |
| 2.1.4 | Objetivos de aprendizaje o competencias | 28 |
| 2.1.5 | Contenido..... | 28 |
| 2.1.5.1 | Fluidos de perforación | 28 |
| 2.1.5.2 | Propiedades físicas del lodo de perforación..... | 28 |
| 2.1.5.3 | Química de las arcillas..... | 29 |
| 2.1.5.4 | Reología de fluidos de perforación..... | 29 |
| 2.1.5.5 | Propiedades de filtración..... | 29 |
| 2.1.5.6 | Contaminantes y tratamientos..... | 30 |
| 2.1.5.7 | Lodos salados..... | 30 |
| 2.1.5.8 | Lodos dispersos y no dispersos..... | 30 |
| 2.1.5.9 | Lodos base calcio..... | 30 |
| 2.1.5.10 | Lodos base aceite..... | 31 |
| 2.1.5.11 | Prueba de azul de metileno y resistividad del lodo..... | 31 |
| 2.2 | Prácticas de laboratorio..... | 31 |
| 2.2.1 | Preparación del lodo | 31 |
| 2.1.1.1 | Equipo..... | 32 |
| 2.1.1.2 | Procedimiento | 33 |
| 2.2.2 | Práctica #1 “Densidad del lodo” | 34 |
| 2.2.2.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #1 | 35 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.2.2.2 | Equipo | 36 |
| 2.2.2.3 | Procedimiento | 37 |
| 2.2.3 | Práctica #2 “Contenido de arenas” | 37 |
| 2.2.3.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #2..... | 38 |
| 2.2.3.2 | Equipo | 38 |
| 2.2.3.3 | Procedimiento | 39 |
| 2.2.4 | Práctica #3 “Contenido de sólidos” | 39 |
| 2.2.4.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #3..... | 40 |
| 2.2.4.2 | Equipo | 40 |
| 2.2.4.3 | Procedimiento | 41 |
| 2.2.5 | Práctica #4 “Reología”..... | 42 |
| 2.2.5.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #4..... | 42 |
| 2.2.5.2 | Equipo | 44 |
| 2.2.5.3 | Procedimiento | 45 |
| 2.2.6 | Práctica #5 “Filtrado de lodos” | 45 |
| 2.2.6.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #5..... | 46 |
| 2.2.6.2 | Equipo | 47 |
| 2.2.6.3 | Procedimiento | 47 |
| 2.2.7 | Práctica #6 “Análisis químico” | 48 |
| 2.2.7.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #6..... | 48 |
| 2.2.7.2 | Equipo | 49 |
| 2.2.7.3 | Procedimiento pH | 49 |
| 2.2.7.4 | Procedimiento Alcalinidad..... | 50 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.2.7.5 | Procedimiento Cloruros | 51 |
| 2.2.7.6 | Procedimiento dureza..... | 52 |
| 2.2.8 | Práctica #7 “Azul de Metileno” | 53 |
| 2.2.8.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #7 | 53 |
| 2.2.8.2 | Equipo | 54 |
| 2.2.8.3 | Procedimiento | 54 |
| 2.2.9 | Práctica #8 “Viscosidad de embudo Marsh” | 55 |
| 2.2.9.1 | Conceptos básicos necesarios para la práctica #8 | 55 |
| 2.2.9.2 | Equipo | 55 |
| 2.2.9.3 | Procedimiento | 56 |
| 3. | Las Herramientas TIC..... | 57 |
| 3.1 | Importancia de las herramientas Tic en la educación | 58 |
| 3.2 | Características de las Herramientas TIC | 59 |
| 3.3 | Ventajas y Desventajas de las herramientas TICS..... | 60 |
| 3.3.1 | Ventajas..... | 60 |
| 3.3.2 | Desventajas | 61 |
| 3.4 | Plataforma Moodle..... | 62 |
| 3.5 | Power Point (Herramienta Interactiva) | 63 |
| 3.6 | Wondershare Filmora (Herramienta Audiovisual) | 65 |
| 4. | Desarrollo de Herramienta TIC | 65 |
| 4.1 | Estructura de la Herramienta TIC | 66 |
| 4.2 | Funcionamiento de la Herramienta TIC | 69 |
| 4.2.1 | Desarrollo Audiovisual | 69 |

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 4.2.2 | Desarrollo interactivo..... | 70 |
| 4.2.3 | Autoevaluación | 75 |
| 5. | Conclusiones | 77 |
| 6. | Recomendaciones | 78 |
| | Referencias Bibliográficas | 79 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1 <i>Datos generales</i> | 27 |
| Tabla 2 <i>Rangos de pH</i> | 50 |
| Tabla 3 <i>Relación entre Pf y Mf</i> | 51 |
| Tabla 4 <i>Rangos de salinidad</i> | 51 |
| Tabla 5 <i>Contenido de Ca</i> | 53 |

Lista de Figuras

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1 <i>Sistema de circulación</i> | 25 |
| Figura 2 <i>Balanza digital</i> | 32 |
| Figura 3 <i>Agitador (Mixer)</i> | 33 |
| Figura 4 <i>Balanza de lodos</i> | 36 |
| Figura 5 <i>Kit contenido de arenas</i> | 38 |
| Figura 6 <i>Retorta de lodos</i> | 40 |
| Figura 7 <i>Viscosímetro Rotacional FANN35A</i> | 44 |
| Figura 8 <i>Filtroprensa API</i> | 47 |
| Figura 9 <i>Kit análisis químico</i> | 49 |
| Figura 10 <i>Plancha de calentamiento</i> | 54 |
| Figura 11 <i>Kit de embudo Marsh</i> | 56 |
| Figura 12 <i>Ventana principal Power Point</i> | 64 |
| Figura 13 <i>Ingreso al aula virtual Moodle</i> | 66 |
| Figura 14 <i>Diseño de la herramienta en Moodle</i> | 67 |
| Figura 15 <i>Herramienta audiovisual</i> | 68 |
| Figura 16 <i>Herramienta interactiva</i> | 69 |
| Figura 17 <i>Autoevaluación</i> | 69 |
| Figura 18 <i>Paso 1 contenido interactivo</i> | 70 |
| Figura 19 <i>Paso 2 contenido interactivo</i> | 71 |
| Figura 20 <i>Paso 3 contenido interactivo</i> | 71 |

| | |
|---|----|
| Figura 21 <i>Paso 1 funcionamiento de los equipos</i> | 72 |
| Figura 22 <i>Paso 2 funcionamiento de los equipos</i> | 73 |
| Figura 23 <i>Paso 3 funcionamiento de los equipos</i> | 73 |
| Figura 24 <i>Paso 4 funcionamiento de los equipos</i> | 74 |
| Figura 25 <i>Paso 5 funcionamiento de los equipos</i> | 74 |
| Figura 26 <i>Paso 6 funcionamiento de los equipos</i> | 75 |
| Figura 27 <i>Cuestionario en Moodle</i> | 76 |

Glosario

Densificantes: materiales necesarios en el momento de requerir aumentar la densidad de un lodo de perforación.

Herramienta TIC: conjunto de recursos donde se permite la recolección de información necesaria para la transmisión del objetivo al que se pretende llegar.

Indicador: sustancias químicas utilizadas para revelar en un proceso de análisis químico.

Lodos de perforación: fluido con las propiedades químicas y físicas aptas para brindar las funciones necesarias en un proceso de perforación.

Moodle: plataforma educativa.

Presión hidrostática: presión a la cual es sometido el yacimiento dentro del fluido de perforación.

Titulador: sustancias químicas utilizadas para cuantificar en un proceso de análisis químico.

Tixotrópico: fluido que muestra un cambio en su viscosidad al ser sometido a una presión.

Viscosificantes: materiales necesarios en el momento de requerir aumentar la viscosidad de un fluido de perforación.

Resumen

Título: Desarrollo de una herramienta TIC con características audiovisuales e interactivas para uso didáctico en el laboratorio de lodos de perforación *

Autor: Karen Tatiana Rodríguez Osorio, Yennyfer Molina Arana **

Palabras Clave: Herramienta TIC, Laboratorio, Lodos de perforación, Moodle.

Descripción: Actualmente las herramientas TIC son usadas en gran proporción para contribuir en el aprendizaje en cualquier etapa de la vida, esto con la finalidad de brindar de una manera distinta el conocimiento requerido en el momento adecuado.

La herramienta TIC desarrollada en este trabajo de grado se ubica en la plataforma virtual Moodle y tiene como propósito brindar a los estudiantes una alternativa de estudio para la asignatura “Lodos de perforación”.

Su desarrollo cuenta con una herramienta innovadora que muestra detalladamente en video cada uno de los procedimientos de laboratorio requeridos dentro del contexto de las prácticas de Lodos de perforación con fácil acceso para cada usuario. Igualmente, se diseña un contenido interactivo que muestra el funcionamiento de los equipos de laboratorio para que al ingresar a las prácticas de lodos de perforación el usuario haya tenido un entrenamiento efectivo y claro, así de esta manera contribuir a alcanzar las competencias planteadas en el proyecto educativo. También contiene un espacio de autoevaluación en donde los alumnos podrán verificar el conocimiento adquirido antes de ingresar al laboratorio y determinar si el estudio proporcionado es el adecuado o si es necesario revisar nuevamente el contenido.

El aula virtual cuenta con una estructura de fácil acceso y así mismo de uso, por lo tanto, esto le proporciona al estudiante una navegación sencilla.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Ingeniería de Petróleos. Director: Mario Torres López. Especialista en Ingeniería de gas.

Abstract

Title: development of an ICT tool with audiovisual and interactive features for didactic use in the drilling muds laboratory*

Author(s): Karen Tatiana Rodriguez Osorio, Yennyfer Molina Arana**

Key Words: ICT tool, Laboratory, Drilling muds, Moodle.

Description: Currently, ICT tools are used in a large proportion to contribute to learning at any stage of life, this in order to provide the knowledge required at the right time in a different way.

The ICT tool developed in this degree work is located on the moodle virtual platform and its purpose is to provide students with an alternative study for the subject "drilling muds". Its development has an innovative tool that shows in detail on video each of the laboratory procedures required within the context of drilling mud practices with easy access for each user. Likewise, an interactive content is designed that shows the operation of the laboratory equipment so that when entering the drilling mud practices the user has had an effective and clear training, thus contributing to achieving the competencies proposed in the project. educational. It also contains a space for self-assessment where students can verify the knowledge acquired before entering the laboratory and determine if the study provided is adequate or if it is necessary to revise the content.

The virtual classroom has a structure with ease of access and also of use, therefore, this will provide the student with easy navigation.

* Degree Work

**Faculty of Engineering Physical-Chemical. School of Petroleum Engineering. Petroleum Engineering. Director: Mario Torres Lopez. Especialist in Gas Engineering.

Introducción

Hoy en día la tecnología ha ido evolucionando y con ella ha mejorado considerablemente el ámbito educativo. Un ejemplo claro de esta evolución son las herramientas tic que brindan un gran aporte para fortalecer los conocimientos que las personas en su momento buscan.

Actualmente la Escuela de Ingeniería de Petróleos (EIP) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) imparte la asignatura Lodos de perforación apoyada en material bibliográfico especializado en las normas que rigen las pruebas (API RP-13A) y que respaldan el componente práctico que se debe desarrollar en un laboratorio de campo. Dentro del mencionado material existe un manual de laboratorio que data del año 2007 y se ha establecido como referencia en el mismo.

En este trabajo de grado se plantea el desarrollo de una herramienta innovadora que muestre detalladamente en video cada uno de los procedimientos de laboratorio requeridos dentro del contexto de las prácticas de Lodos de perforación con fácil acceso para cada usuario. Igualmente, se diseña un contenido interactivo que muestra a detalle los equipos de laboratorio para que al ingresar a las prácticas de lodos de perforación el usuario haya tenido un entrenamiento efectivo y claro, para de esta manera contribuir a alcanzar las competencias planteadas en el proyecto educativo. En el primer capítulo de este libro se abarcará las generalidades de lodos en donde se describen las funciones que este cumple, su clasificación, los métodos de perforación y el sistema de circulación. El segundo capítulo es específicamente aquello relacionado con la asignatura Lodos de perforación: su programa y las diferentes pruebas a realizar en el laboratorio. El tercer capítulo hace referencia a las herramientas TIC en cuanto a su importancia en relación con el aprendizaje y Finalmente en el capítulo 4 se detalla el proceso y funcionamiento de la herramienta TIC diseñada.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una herramienta tic con características audiovisuales e interactivas para el uso didáctico de los estudiantes en el laboratorio de lodos de perforación.

Objetivos Específicos

- Planificar una herramienta en la cual los estudiantes podrán interactuar virtualmente con los equipos que se requieran en las pruebas del laboratorio de lodos.
- Elaborar un espacio audiovisual que muestre por medio de videos el procedimiento a seguir en cada una de las pruebas.
- Formular una autoevaluación a modo de cuestionario con el propósito de medir el aprendizaje que ha adquirido el usuario al emplear la herramienta TIC propuesta.

1. Generalidades de los Lodos de perforación

Un lodo de perforación es un fluido conformado por una mezcla de sustancias químicas que les brindan las propiedades fisicoquímicas idóneas a las condiciones operativas, así como características determinadas para su eficiente funcionamiento. Es una sustancia esencial al momento de realizar operaciones de perforación de pozos petroleros, es por ello por lo que saber de este tema es fundamental para un ingeniero de petróleos ya que permite ser competitivos profesionalmente. La asignatura de lodos de perforación proporciona las herramientas esenciales para tener un conocimiento amplio y un acercamiento con la industria ya que contiene un espacio práctico por medios de pruebas de laboratorio que permite ampliar aún más los conocimientos, a continuación, hablaremos sobre el contenido de esta importante asignatura.

Un fluido es una sustancia que puede tener movimiento, pero un lodo de perforación es una sustancia con propiedades físicas y químicas que logra resistir presión y temperaturas altas, recorre todas las partes de un pozo petrolero y está diseñado hasta el completamiento y colocación de producción. Por lo tanto, está relacionado en todas las etapas tanto en perforación, planeamiento, completamiento y producción de un pozo es por esto su importancia. Las funciones principales de los lodos de perforación son remover y transportar desde fondo hasta superficie, enfriar y lubricar la broca, retardar la caída de los sólidos perforados al momento de parar la circulación.

1.1 Funciones principales del lodo

1.1.1 Transporte y suspensión de recortes

Una de las principales y más importantes funciones del lodo de perforación es remover y transportar los sólidos perforados desde el fondo del pozo hasta la superficie. “la remoción de los recortes (limpieza del agujero) depende del tamaño, forma y densidad de los recortes, unidos a la velocidad de penetración (ROP)” (MI SWACO, 2001). Esto se logra mediante la viscosidad, densidad y el punto cedente, igualmente mediante la velocidad anular. Cabe aclarar que el lodo de perforación no limpia como tal el pozo, sino es el medio de transporte para llevar la partícula desde el fondo hasta superficie. Lo que limpia realmente el pozo es la velocidad anular o los diferentes componentes hidráulicos que se utilizan durante el proceso de perforación.

1.1.2 Funciones principales del lodo

Otra de las funciones principales del lodo de perforación es enfriar y lubricar la broca ya sea un lodo base agua o base aceite porque actúa como un espaciador entre el fondo del pozo y la cara externa de la broca y genera un colchón al fondo que minimiza la fricción. Las fuerzas mecánicas e hidráulicas generan calor en la sarta de perforación roza contra la tubería y esto ocasiona que se caliente es ahí cuando el lodo de perforación actúa y enfría la broca generando un mejor funcionamiento tanto de los motores, los componentes de la columna de perforación y la broca. “La lubricidad de un fluido en particular es medida por su Coeficiente de Fricción (COF), y algunos lodos proporcionan una lubricación más eficaz que otros. Por ejemplo, los lodos base de aceite y sintético lubrican mejor que la mayoría de los lodos base agua, pero éstos pueden ser mejorados mediante la adición de lubricantes. En cambio, los lodos base agua proporcionan una mayor lubricidad y capacidad refrigerante que el aire o el gas” (MI SWACO, 2001). Una de las

propiedades relacionada con esta función es el coeficiente de lubricidad, esta propiedad mide la fricción presente entre dos medios metálicos o entre la pared del pozo y la pared externa o la broca. Generalmente los lodos base aceite tiene mejor coeficiente de lubricidad que los lodos base agua, sin embargo, se han desarrollado numerosas tecnologías relacionadas con agentes lubricantes. Igualmente, el lodo ayuda a soportar el peso de la columna de perforación mediante la flotabilidad, dicha flotabilidad es directamente relacionada con el peso del lodo.

1.1.3 Controlar las presiones de la formación

Las presiones de la formación se deben controlar simplemente con la densidad, existen 3 maneras de perforar la más usada a nivel mundial es la sobre balance porque es la manera más segura de controlar las presiones durante la perforación, sin embargo a través del tiempo se han desarrollado tecnologías relacionada a los lodos de perforación para perforar en balance o bajo balance a través de MPD (management pressure drilling) ayudándose con fluidos no convencionales a base de espuma formadas con capilares de nitrógeno in-situ para bajar el gradiente de presión o la densidad equivalente de circulación.

La presión del pozo se controla mediante la presión hidrostática la cual estudia las leyes, las fuerzas y la flotabilidad de los fluidos en estado de reposo la presión hidrostática trabaja en función de la profundidad y la densidad del lodo y se da por la siguiente formula:

$$Ph = C * \rho L * TVD$$

Donde:

- C: Constante de conversión

- ρ_L : Densidad del lodo
- **TVD**: Profundidad vertical verdadera

1.1.4 Retardar la caída de los sólidos al momento de parar la circulación

La propiedad de retardar la caída de los sólidos es sumamente importante porque al momento de haber suspensión de las actividades sea planificado o no planificado el lodo de perforación debe tener la capacidad tixotrópica de desarrollar geles dentro de su composición.

1.1.5 Mantener las paredes del pozo

Al hablar de esta propiedad primero debemos especificar la estabilidad física y la estabilidad química, en la estabilidad física se entiende en mantener la densidad adecuada, un proceso de filtración adecuada como la granulometría, una reología adecuada que no afecte la configuración o geometría del pozo. En la estabilidad química que le provee el lodo a la formación como la salinidad, la capacidad de intercambio catiónico conocer los tipos de arcillas que vamos a perforar. La estabilidad física y estabilidad química son dos áreas interrelacionadas y muy importantes para la estabilidad de un pozo al momento de perforar.

1.2 Clasificación de los lodos

En los lodos de perforación se utiliza generalmente lodos base agua, base aceite ya sea el mismo petróleo o algún derivado de este o también encontramos mezclas de estos, cada pozo de perforación tiene ciertas exigencias y es por esto por lo que aparte de la base se le deben agregar ciertos aditivos para lograr cumplirlas. Algunos aditivos actúan como viscosificantes, densificantes, dispersantes, controladores de filtrado, lubricantes emulsificantes y aditivos para

controlar las arcillas, igualmente se utilizan aditivos o materiales para la perdida de circulación, corrosión, floculantes y bactericidas. Es por esto por lo que difícilmente se encuentre dos lodos iguales.

1.2.1 Lodos no dispersos

Los lodos no dispersos son implementados para perforar pozos no muy profundos o los primeros pies de los pozos profundos, este tipo de lodos no contienen adelgazantes algunos autores clasifican los lodos no dispersos los pocos tratados con aditivos químicos, la mayoría de los casos un lodo disperso puede estar conformado por agua, bentonita e hidróxido de calcio (cal apagada). Las cantidades de los insumos depende del punto de cedencia deseado.

1.2.2 Lodos cálcicos

Como su nombre lo indica los lodos cálcicos contienen gran contenido de compuestos de calcio los cuales son implementados para controlar “shales” para así prevenir el daño de formaciones por ensanchamiento del pozo y fácilmente desmoronables. Este tipo de lodos requiere de otros aditivos como polímeros, soda caustica o adelgazantes.

1.2.3 Lodos dispersos

Este tipo de lodos son esenciales en pozos muy profundos o en formaciones problemáticas ya que presentan dispersantes de arcillas usualmente logrado con lignosulfonatos así reduciendo la perdida de filtrado del lodo.

1.2.4 Lodos saturados con sal

Este tipo de lodos es usado donde se debe perforar secciones con sal, shales problemáticos, domos de sal o formaciones que se afecten con agua dulce, la base de agua debe estar saturada mínimo en 189000 ppm con cloruro de sodio, para utilizar este tipo de lodos se debe tener en cuenta algunos factores como la estabilidad térmica del lodo, el contenido de sólidos.

1.3 Métodos de perforación

Después de realizar los diferentes estudios del subsuelo y se determine la probabilidad de que exista hidrocarburo la manera de confirmar dicha información es realizando una perforación es por esto por lo que un equipo de perforación se cataloga como un instrumento que permite atravesar las capas del subsuelo, cuenta con dos tipos de equipos los cuales son terrestres y marítimos La perforación se da en 2 etapas en la exploración y en la producción de un pozo, existen 2 métodos de perforación:

1.3.1 Perforación con percusión

El método de perforación con percusión se conoce hace muchos años cuando en china se perforaba pozos de salmuera con profundidades de hasta 3.500 pies y este método ha sido el primero en ser utilizado en la industria de hidrocarburos y aun se utiliza para pozos someros. Este método consiste en emplear una tubería pesada de acero con una broca en la parte inferior la cual va suspendida por medio de un cable levantando y soltando la herramienta repetitivamente y así se va abriendo la roca y genera un hueco. Este método es simple pero solo puede ser utilizado en pozos someros este proceso tiende a ser muy lento ya que a medida que se va avanzando se debe extraer la herramienta en varias ocasiones para lograr retirar los sólidos generados.

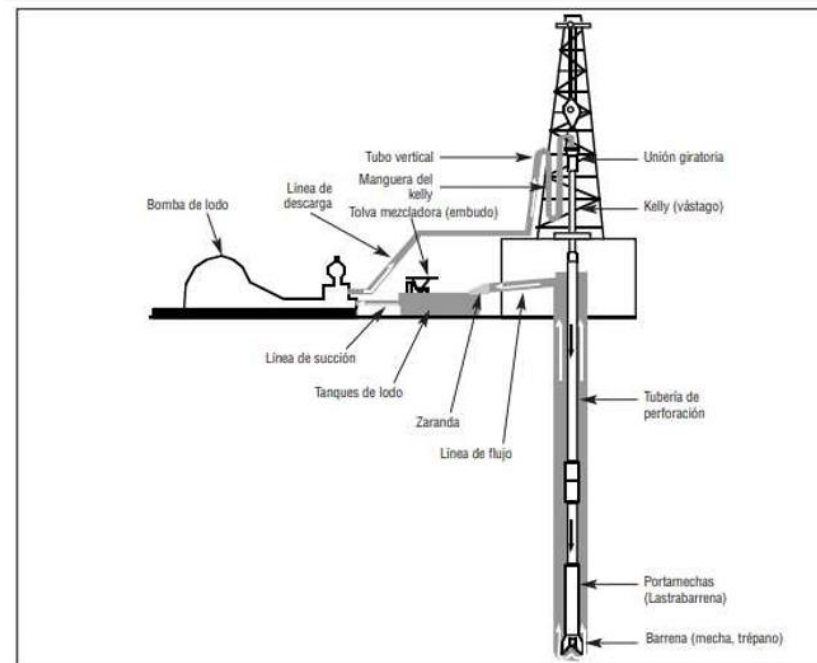
1.3.2 Perforación rotatoria

Los equipos que se utilizan para la perforación rotatoria son utilizados en varias aplicaciones pero la más utilizada es aplicada a los hidrocarburos este método se empezó a aplicar alrededor del año 1900 en la industria petrolera “la barrena queda suspendida de la extremidad de una columna de perforación tubular (tubería de perforación) sostenida por un sistema de cable/bloques que, a su vez, está sostenido por una torre de perforación” (MI SWACO, 2001), el lodo de perforación le genera a la perforación rotatoria la eficiencia que no se podía tener con el método de percusión ya que no era necesario retirar las herramientas para extraer los recortes que se generan sino que el lodo realiza ese proceso.

1.4 Sistema de circulación

Figura 1

Sistema de circulación



Nota. Adaptado de:

[https://tic.uis.edu.co/ava/pluginfile.php/1749133/mod_resource/content/1/MI%20Swaco% 20-%20Ingenieria%20de%20Lodos.pdf](https://tic.uis.edu.co/ava/pluginfile.php/1749133/mod_resource/content/1/MI%20Swaco%20-%20Ingenieria%20de%20Lodos.pdf)

Los equipos de perforación emplean muchos de sus componentes para hacer circular, tratar o acondicionar el lodo de perforación, la circulación inicia en los tanques de lodo ya que es en este punto donde se prepara el lodo la parte principal de este proceso es la bomba de lodo por lo general encontramos una bomba principal y otra de reserva o dependiendo de las condiciones del pozo se podría llegar a utilizar simultáneamente las bombas esto en caso de necesitar bombear altas cantidades de lodo. Después de pasar por las bombas el lodo es enviado a la sarta de perforación y a la broca la cual expulsa el lodo por las aberturas alejando los recortes de la broca. El lodo

después de este proceso sube por el espacio anular arrastrando los recortes pasando por el tubo de retorno y llegando a la shale shaker extrayendo los recortes del lodo y así volviendo a los tanques del lodo donde vuelve a pasar por todo el proceso.

2. Descripción de la asignatura Lodos de Perforación

2.1 Contenido de la asignatura lodos de perforación

Los conocimientos de un ingeniero de petróleos en el ámbito de los lodos de perforación son de gran importancia debido a la dependencia que tiene un trabajo de perforación en relación con el mismo. Como es sabido este fluido es necesario para mantener una estabilidad en el pozo desde cualquier perspectiva ya sea de formaciones, presiones, reventones, entre otros.

La asignatura Lodos de Perforación ubicada actualmente en el quinto nivel del programa de Ingeniería de Petróleos se considera una de las más importantes en la formación académica del estudiante en proceso en cuanto a su preparación profesional en dicha carrera, puesto adicional de un componente teórico bastante enriquecedor con respecto a conceptos básicos necesarios para el desempeño laboral, también cuenta con un componente práctico (Laboratorios) que brinda la facilidad al aprendiz de poder conocer los procesos físicos y químicos más allegados a la realidad que se pueden presentar en una operación de la perforación de un pozo; así mismo las recomendaciones o soluciones en caso de presentar algún problema; siendo estos conocimientos primordiales en la vida de un Ingeniero de Petróleos.

2.1.1 Datos Vigentes

En la tabla 1 se presenta los datos vigentes a la fecha de elaboración de este documento respecto a la asignatura Lodos de Perforación.

Tabla 1*Datos generales*

| Nombre de la asignatura | Lodos de Perforación | |
|-------------------------|----------------------|-------------|
| Código | 28042 | |
| Nivel | 5 | |
| Número de créditos | 3 | |
| Intensidad horaria | TAD: 4 horas | TI: 5 horas |

Nota. Esta tabla muestra los datos generales y vigentes de la asignatura Lodos de perforación.

2.1.2 Justificación

Para el desarrollo de las competencias de esta asignatura se busca que los estudiantes futuros profesionales en Ingeniería de Petróleos adquieran los conocimientos necesarios con respecto a los fluidos de perforación y poder determinar experimentalmente en el laboratorio tanto las propiedades como el comportamiento de los lodos bajo las diferentes condiciones, analice los resultados que se obtuvieron en las diversas pruebas y conozca sus aplicaciones.

2.1.3 Propósito de la asignatura

El propósito de la asignatura es proporcionar fundamentos teóricos y prácticos a los estudiantes del programa de Ingeniería de Petróleos para el respectivo estudio de las propiedades físicas y químicas de los lodos de perforación donde aprendan a observar y analizar las posibles señales de la presencia de un contaminante en el fluido y de esta manera los efectos que se pueden tener en el mismo debido a este; y conozca los aditivos adecuados para poder remediar la situación.

Del mismo modo se busca que el aprendiz reconozca las características y aplicaciones de los diversos fluidos de perforación.

2.1.4 *Objetivos de aprendizaje o competencias*

- **Competencias cognitivas:** Comprende y aplica los conceptos fundamentales para la formulación, medición y análisis de las propiedades de los lodos.
- **Competencias actitudinales:** Asume la responsabilidad en el aprendizaje de los conceptos requeridos en los procesos de medición, formulación y conversión de los lodos.

2.1.5 *Contenido*

2.1.5.1 Fluidos de perforación.

- Funciones de los lodos
- Fases de los lodos
- Tipos de lodos,
- Análisis químico del lodo base agua (pH, alcalinidad, cloruros, calcio).

2.1.5.2 Propiedades físicas del lodo de perforación.

- Densidad
- Propiedades reológicas
- Viscosidad de embudo
- Viscosidad plástica y aparente

- Punto cedente y gel
- Perdidas de filtrado
- Contenido de sólidos y arena
- Materiales pesantes
- Densificación y dilución de un lodo

2.1.5.3 Química de las arcillas.

- La importancia de la viscosidad de un lodo
- Uso de las arcillas en lodos de perforación
- Rendimiento de las arcillas y de otros materiales viscosificantes en agua dulce y salada
- Metodología para evaluar el rendimiento

2.1.5.4 Reología de fluidos de perforación.

- Variables del comportamiento reológico (Esfuerzo de corte, velocidad de corte, viscosidad efectiva)
- Modelos reológicos (Bingham, ley de potencia, ley de potencia modificada)
- Sólidos presentes en el lodo y su control
- Aplicación de los parámetros reológicos a la hidráulica de perforación

2.1.5.5 Propiedades de filtración.

- Estudio y control de la filtración de lodos
- Análisis teórico del proceso de filtración durante la perforación de un pozo: causas, variables, efectos y correctivos
- Interpretación de resultados
- Diferenciación de las pérdidas de filtrado estática (API, HP-HT) y su medición

- Controladores de filtrado

2.1.5.6 Contaminantes y tratamientos.

- Explicación teórica del efecto de los contaminantes sobre las propiedades del lodo
- Tratamiento o conversión que se debe hacer en cada caso

2.1.5.7 Lodos salados.

- Tipos de lodo de acuerdo con la salinidad
- Aplicaciones
- Preparación
- Ventajas y limitaciones

2.1.5.8 Lodos dispersos y no dispersos.

- Características de los dos tipos de lodos
- Diferencias y similitudes entre los dos tipos de lodos
- Aplicaciones
- Preparación
- Ventajas y limitaciones

2.1.5.9 Lodos base calcio.

- Tipos de acuerdo con la fuente de calcio
- Características, diferencias y similitudes
- Aplicaciones
- Preparación
- Ventajas y limitaciones
- Pico de conversión

2.1.5.10 Lodos base aceite.

- Teoría de las emulsiones inversas
- Aplicaciones de los lodos base aceite
- Tipos de sistemas de lodos base aceite
- Características
- Aditivos
- Preparación
- Ventajas y limitaciones

2.1.5.11 Prueba de azul de metileno y resistividad del lodo.

- Capacidad de intercambio catiónico de las arcillas
- Importancia de la prueba
- Como se ejecuta la prueba
- Interpretación de resultados
- Aplicación
- Determinación y aplicación de la resistividad del lodo
- Determinación y aplicación de la resistividad de la torta y el filtrado
- Balance de masa de un lodo para determinar la relación de sólidos perforados/bentonita para buscar optimización en el control de sólidos

2.2 Prácticas de laboratorio***2.2.1 Preparación del lodo***

Para realizar las pruebas de laboratorio es necesario preparar una muestra de lodo al cual se practicarán los estudios respectivos en cada práctica.

2.1.1.1 Equipo

- Insumos
- Balanza Digital

Figura 2

Balanza digital



Nota. Tomado de propia del autor.

- Agua
- Agitador

Figura 3

Agitador (Mixer)



Nota. Tomado de propia del autor.

2.1.1.2 Procedimiento

- Ubicar los insumos indicados en la guía de preparación del lodo para posteriormente pesarlos en los vidrios de reloj.
- Activar la función “TARAR” en la balanza electrónica para que el peso tomado sea exacto.
- Llenar el vaso metálico con un barril equivalente de agua.
- Montar el vaso que contiene el agua en el mixer y ubicar en el sistema de la instrucción recibida (Manual o automático).

- Las tres velocidades del mixer deber usarse en tiempo distintos con el propósito de obtener una buena mezcla, y en total el tiempo de preparación debe estar entre 8 y 10 minutos.
- Agregar las sustancias en la primera velocidad y con cedencia de aproximadamente 1 minuto para evitar que se formen grumos indeseables y difíciles de romper.
- Esperar un tiempo estimado de 2 a 5 minutos para la agitación del lodo; si se desean agregar más sustancias el tiempo de agregado de cada una debe ser de 30 segundos.
- Importante que las sustancias sean agregadas en el orden que se encuentran en la guía.
- El lodo que quede adherido a las paredes del vaso después de realizar la mezcla debe ser removido con el dedo y desplazarlo hacia el líquido en movimiento.
- Finalmente, el lodo ya preparado debe lucir como una mezcla completamente homogénea y sin grumos.

2.2.2 Práctica #1 “Densidad del lodo”

El objetivo principal de esta prueba es determinar la densidad del lodo para el cual se hace uso de la balanza de lodo.

Este procedimiento es de primordial importancia en un proceso de perforación de un pozo petrolífero dado que es necesario tener la certeza que la densidad del lodo que se está usando durante el trabajo permanece en las condiciones adecuadas y se mantiene dentro de la ventana de lodo; de esta forma se asegura la estabilidad del pozo.

2.2.2.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #1

- **Densidad:** La densidad del lodo es medida en lb/gal. En el laboratorio se tiene que 1lb es equivalente a 1gr y 1bbl es equivalente a 350 cc.
- **Ventana de lodo:** Se compone por los rangos de densidad que se deben tener como máximo y mínimo en un pozo petrolero. Su cálculo se determina mediante las siguientes fórmulas:

$$\rho_{lf} = \frac{Pf}{0,052 * h}$$

$$\rho_{lmin} = \rho_{lf} + 0,3$$

$$\rho_{lfr} = \frac{Pfr}{0,052 * h}$$

$$\rho_{lmax} = \rho_{lfr} - 0,5$$

Donde:

- ✓ ***Pf*** : Presión de formación (psi)
- ✓ ***Pfr***: Presión de fractura (psi)
- ✓ ***ρ_{lf}***: Densidad del lodo a Pf (lb/gal)
- ✓ ***ρ_{lfr}***: Densidad del lodo a Pfr (lb/gal)
- ✓ ***ρ_{lmin}***: Densidad del lodo mínima (lb/gal)
- ✓ ***ρ_{lmax}***: Densidad del lodo máxima (lb/gal)
- ✓ ***h***: Profundidad (pies)

- **Agentes densificantes:** Materiales que sirven para aumentar la densidad.
- **Redensificación:** Este proceso se realiza debido al cambio del peso del lodo que se puede tener en una perforación y por lo tanto es necesario hacer uso de un agente densificante. Para ello es necesario las siguientes fórmulas:

$$VD = \frac{V_i * (\rho F - \rho i)}{(\rho D - \rho F)}$$

$$mD = VD * \rho d$$

$$\rho D = GE * \rho H2O$$

2.2.2.2 Equipo

Figura 4

Balanza de lodos



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.2.3 Procedimiento

- Montar adecuada y correctamente la balanza de lodos.
- Asentar la base del equipo en un lugar nivelado o uniforme.
- Asegurarse que el vaso o picnómetro se encuentre seco y limpio.
- Previamente al paso anterior se procede a realizar la calibración de la balanza para determinar si se encuentra nivelada o hay que hacerlo con los balines de contrapeso; este proceso se realiza agregando agua en el vaso y por lo tanto al medir la densidad de esta su resultado debe ser de 8,33 lb/gal para así determinar que se encuentra nivelado el equipo.
- Retirar el agua del picnómetro y secar muy bien para posteriormente agregar el lodo.
- Llenar el vaso con la muestra de lodo en estudio.
- Verificar tanto en la calibración como en el proceso con la muestra de lodo que el sangrado por medio del orificio sea correcto.
- Secar correctamente el sobrante de lodo en la tapa y en el vaso de la balanza sin que se mueva de la base.
- Finalmente, pesar la muestra de lodo y registrar el resultado.

2.2.3 Práctica #2 “Contenido de arenas”

Esta práctica tiene como objetivo determinar el contenido de arenas presente en un fluido de perforación base agua, aceite o sintético.

El contenido de arena puede causar un efecto corrosivo en el equipo y es por esto de gran importancia poder determinarlo.

2.2.3.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #2

- **Arena:** Son partículas sólidas con un tamaño entre 74-2000 micrones. “Es importante conocer que para que el lodo se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento no deberá contener un volumen superior a un 0,5% de partículas de arena”. (Caro, K.W & Zapata,D.L, 2014)
- **Micrón:** Equivalente en metros a 10^{-6} .

2.2.3.2 Equipo

- Tubo de contenido de arenas
- Embudo
- Tamiz malla 200

Figura 5

Kit contenido de arenas



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.3.3 Procedimiento

- Agregar el tubo zanahoria hasta la marca de “mud to here” con la muestra de lodo.
- Completar el llenado con agua hasta la marca que indica “wáter to here”.
- Con el dedo pulgar preferiblemente tapar la boquilla del tubo zanahoria y sacudir fuertemente hasta lograr obtener una mezcla homogénea. Es necesario volcar el envase y verificar que en su punta el fluido no se encuentre aun sin mezclar, de ser así; sacudir en esta posición de nuevo.
- Vaciar el contenido del tubo sobre el tamiz de malla 200 y desprejar el fluido sobrante al realizar este paso. Es importante verificar que en este proceso el tubo quede limpio.
- Cambiar el embudo de manera que la arena atrapada en la malla 200 pueda ser disuelta nuevamente en el tubo zanahoria.
- Lavar el tamiz suavemente con agua con precaución de que toda la malla sea rociada y por lo tanto toda la arena caiga dentro del tubo.
- Tomar la lectura indicada.

2.2.4 Práctica #3 “Contenido de sólidos”

El propósito en esta prueba es determinar el contenido de sólidos presentes en el fluido de perforación.

En un proceso de perforación de pozos la acumulación de sólidos puede producir efectos despreciables en el rendimiento del lodo y por ende en específico en la perforación. El contenido de sólidos en el fluido determina propiedades químicas y mecánicas de este, tales como: la

viscosidad, densidad, esfuerzos de gel, filtración, entre otras. Adicional a esto, también se pueden ver afectados los costos del lodo y del pozo.

2.2.4.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #3

- **Clasificación:** Los sólidos de un fluido de perforación pueden ser separados en dos categorías: HGS, LGS.
- **HGS:** Sólidos de alta gravedad específica comprendida en un valor de 4,2 o incluso más alta.
- **LSG:** Sólidos de baja gravedad específica comprendida en un rango de 2,3 a 2,8.
- **Tamaño de partículas:** Pueden varias desde arcillas muy pequeñas a recortes muy grandes.

2.2.4.2 Equipo

Figura 6

Retorta de lodos



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.4.3 Procedimiento

- Enchufar el equipo y verificar que el bombillo se encuentre encendido como indicación de que este ya está activo y de la misma manera se procede a realizar el precalentamiento del equipo.
- Verter la muestra de lodo en la cámara inferior y taparlo para realizar el correcto sangrado. Es necesario al igual que en la prueba de densidad que el líquido sobrante salga por el orificio dado que garantiza el volumen adecuado dentro del vaso.
- Introducir en la cámara de expansión superior en este caso se usa una esponjilla de acero para dicho procedimiento, y posterior a este se ubica el vaso que contiene la muestra a la cámara superior.
- Colocar la probeta graduada bajo la unidad de condensación.
- Se inicia la prueba, contando que más o menos tardará un tiempo de 10 minutos, inclusive podría durar más. Si después de transcurrido este tiempo, pasa 1 minuto sin que ocurra proceso de destilación; es decir, sin caer líquido esto indicará que la prueba terminó.
- Apagar el equipo, dejar enfriar completamente, limpiar y secar correctamente.
- Tomar la lectura de contenido de líquidos que se obtuvo en la probeta dado en porcentaje y el resto será el porcentaje de contenido de sólidos atrapados en la esponjilla de acero.

2.2.5 Práctica #4 “Reología”

La reología es “la ciencia que trata de la deformación y del flujo de la materia” (MI SWACO, 2001), por lo tanto, se puede determinar la forma en la que el fluido se moverá dependiendo de las propiedades reológicas que presenta.

La importancia de esta prueba radica en la necesidad de que un ingeniero de petróleos mediante este procedimiento puede determinar la capacidad hidráulica del sistema circulante; debido a que esta ciencia puede afectar las pérdidas de presión.

2.2.5.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #4

- **Viscosidad:** “Resistencia al flujo de una sustancia” (MI SWACO, 2001). Se denota por la siguiente fórmula:

$$\text{Viscosidad}(\mu) = \frac{\text{Esfuerzo de corte } (\tau)}{\text{Velocidad de corte } (\gamma)}$$

- **Esfuerzo de corte:** Fuerza que una sola capa ofrece como resistencia al deslizamiento de las demás.
- **Velocidad de corte:** Velocidad con la que una sola capa se mueve con relación a las demás. Se determina con la siguiente fórmula:

$$\gamma(\text{Seg}^{-1}) = \frac{V2 - V1}{d}$$

$$\gamma(\text{Seg}^{-1}) = 1,703 * \omega$$

- **Viscosidad plástica:** Viscosidad de un fluido en condiciones dinámicas. Esta medida en el laboratorio se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Vp = \theta 600 - \theta 300 (cp)$$

- **Viscosidad Aparente:** Esta viscosidad se usa para detallar el movimiento de un fluido a través de una geometría particular. Esta medida en el laboratorio se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Va = \frac{\theta 600}{2} (cp)$$

- **Yield Point:** Es la fuerza que se necesita para iniciar el movimiento de un fluido, es decir es la resistencia de un fluido a generar movimiento debido a las fuerzas de tracción electroquímicas. Esta medida en el laboratorio se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Yp = \theta 300 - Vp \left(\frac{lb}{100ft^2} \right)$$

- **Gelificación:** Es una de las propiedades reológicas del lodo consideradas de mayor importancia dado que denota la fuerza de compactación bajo condiciones estáticas.
- **Flujo Laminar:** Se evidencia cuando la velocidad del fluido se mueve en línea recta o en paralelo a la dirección del flujo.
- **Flujo Turbulento:** Se evidencia cuando la velocidad del fluido se mueve en direcciones entrecruzadas al flujo.
- **Fluido Newtoniano:** “El esfuerzo de corte es directamente proporcional a la velocidad de corte” (MI SWACO, 2001).
- **Fluido no Newtoniano:** Por el contrario, en un fluido no newtoniano el esfuerzo de corte no es directamente proporcional a la velocidad de corte.
- **Modelo de flujo plástico de Bingham:** Se evidencia en un fluido en el cual el punto cedente inicia el flujo y luego muestra una viscosidad constante cuando la Vp aumenta.

- **Modelo de la ley de la potencia:** Se evidencia en un fluido en el cual el esfuerzo de corte aumenta según la velocidad de corte elevada a una potencia determinada.
- **Modelo de la ley de la potencia modificada:** Se considera más complicado de los mencionados anteriormente, pero tiene como ventaja que es el que mejor se aproxima al comportamiento reológico que tiene determinado fluido.
- **Agentes viscosificantes:** Materiales que se utilizan para aumentar la viscosidad.

2.2.5.2 Equipo

Figura 7

Viscosímetro Rotacional FANN35A



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.5.3 Procedimiento

- Asegurarse de que el equipo se encuentre en estado apagado.
- Instalar el Bob y la camisa de forma correcta con precaución de no mover el pin.
- Agregar la muestra de lodo en el vaso hasta donde indica la marca para posteriormente ubicarlo en la base móvil.
- Encender el equipo. (Perilla HIGH ó LOW)
- Usando la perilla de selección de velocidad, seleccionar a la cual se desea tomar la lectura y esperar el tiempo requerido para tomar dicho dato.
- Finalmente, con los resultados obtenidos realizar los respectivos cálculos de la práctica.

2.2.6 Práctica #5 “Filtrado de lodos”

El principal objetivo de esta práctica es analizar el filtrado de una formación para poder realizar su control de forma correcta dependiendo de la torta que se formará con las características del lodo que se está usando.

La pérdida de filtrado es el volumen que se puede perder en la formación de un determinado fluido y es necesario que este mismo sea bajo, puesto se corre el riesgo de que ocurran daños en la formación; para ello se espera y se busca que este sea compatible tanto con la roca como con los fluidos lo cual ayudara a mantener la estabilidad y minimiza las afectaciones.

2.2.6.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #5

- **Ley de Darcy:** Es aplicada al flujo de fluidos en un medio permeable; adicional a esto es necesaria para determinar los factores que están afectando la filtración.
- **Filtración estática:** Se evidencia en un lodo estático y se caracteriza por tener una torta de aspecto grueso y una tasa de filtración que disminuye; estas dos con respecto al tiempo. Es afectada por factores como lo son: La temperatura, el tiempo, la presión y la dispersión. Este tipo de filtración la abarcan dos tipos de pruebas que son las siguientes: Filtrado API (Baja presión (100 psi) y baja temperatura (ambiente)) y Filtrado ATAP (Alta presión (500 psi) y alta temperatura (300 °F)).
- **Filtración dinámica:** Se evidencia en un lodo en movimiento y este proceso ejerce desgaste sobre la torta.
- **Condiciones para que ocurra el filtrado:** Existencia de un fluido, un medio permeable y una diferencia de presión entre estos dos parámetros.
- **Pérdida instantánea:** Se presenta en la etapa inicial en donde el lodo entra en contacto con la formación.
- **Características de una buena torta:** 1/32 (in) de espesor, buena consistencia y plasticidad.
- **Problemas operacionales:** Pueden ocurrir por exceso de espesor de la torta como por ejemplo una pega diferencial y por exceso de invasión del filtrado como por ejemplo el daño a la formación.
- **Agentes controladores de filtrado:** Materiales que se utilizan para controlar el filtrado de una formación.

2.2.6.2 Equipo

Figura 8

Filtroprensa API



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.6.3 Procedimiento

- Armar la celda del equipo de forma correcta, asegurándose que todas sus partes se encuentran en posición adecuada.
- Agregar la muestra de lodo en la celda.
- Montar la celda en la estructura del equipo.

- Cerrar la válvula de alivio del equipo.
- Ajustar el regulador de presión. (Presión de 100 psi durante un tiempo estimado de 30 minutos en campo y 7 minutos y medio en el laboratorio).
- Después de transcurrido el tiempo requerido, se procede a realizar una correcta despresurización asegurándose de que no queden presiones atrapadas en el equipo.
- Realizar el desmonte de la celda con precaución de que no se caiga de la estructura.
- Analizar la torta obtenida.

2.2.7 Práctica #6 “Análisis químico”

El objetivo de esta prueba es principalmente determinar la presencia de iones (calcio, sodio, magnesio, entre otros). Este tipo de pruebas se realizan con la finalidad de conocer si con el transcurrir del tiempo las propiedades químicas no cambiarán.

2.2.7.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #6

- **Sustancia indicadora:** Es la encargada de revelar.
- **Sustancia tituladora:** Es la encargada de cuantificar.
- **pH:** Esta es la primera prueba que se realiza en el análisis química en la cual se determina el grado de alcalinidad o acidez del fluido de perforación. Este parámetro se ve afectado por la dispersibilidad de las arcillas, la solubilidad de varios productos y sustancias químicas, la corrosión y las propiedades reológicas.
- **Pf:** Otra prueba de análisis químico es la alcalinidad a la fenolftaleína del filtrado, la cual se define como la cantidad de H₂SO₄ (0,02N) que se necesita para disminuir el pH hasta 8,3, siendo este el punto final de la fenolftaleína.

- **Mf:** Dentro de la prueba de alcalinidad también se encuentra esta llamada alcalinidad al naranja de Metil del filtrado, la cual se define como la cantidad de H_2SO_4 (0,02N) que se necesita para bajar el pH hasta 4,3, siendo este el punto final del naranja de metil.

2.2.7.2 Equipo

Figura 9

Kit análisis químico



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.7.3 Procedimiento pH

- Introducir una tirilla de pH en la muestra de lodo durante un tiempo aproximado de 10 segundos y posteriormente realizar la comparación con la escala para determinar su valor.

Tabla 2*Rangos de pH*

| Rangos recomendados | |
|---------------------|-------------|
| Tipo de lodo | Rango pH |
| Agua - Bent | 8 a 9 |
| Ligno, Yeso | 9,5 a 10,5 |
| Cal | 12 a 14 |
| KCl | 7 a 10 |
| Sal | 10,5 a 11,5 |
| Polímeros | 9 |

Nota. Rangos recomendados de pH. Adaptado de *Manual, M.-I. D. (2001). Swaco M-I L.L.C. USA.*

2.2.7.4 Procedimiento Alcalinidad

- Con ayuda de una pipeta medir 1 ml de muestra de filtrado del lodo en el recipiente de titulación.
- Disolver en 25 ml de agua destilada.
- Añadir a la mezcla 10 gotas de fenolftaleína y si cambia a color rosado continuar, de lo contrario $pf=0$.
- Agregar gota por gota de la sustancia tituladora hasta que el color mencionado anteriormente desaparezca y realizar el respectivo cálculo de pf .
- Continuar con la alcalinidad al naranja de metil, para ello; agregar 10 gotas de la sustancia indicadora y la sustancia se tornará de un color amarillo-naranja; si por lo contrario no sucede; $mf=0$.
- Dosificar con la sustancia tituladora hasta que el color sea un rosado salmón y realizar el respectivo cálculo de mf .

Tabla 3*Relación entre Pf y Mf*

| Relación entre Pf y Mf | |
|------------------------|---|
| Pf = 0 | Alcalinidad debida a iones Bicarbonatos (HCO ₃) |
| Pf = Mf | Alcalinidad debida a iones hidroxilo (OH ⁻) |
| 2Pf > Mf | Alcalinidad es una mezcla de iones carbonatos (CO ₃ ⁼) e hidroxilos (OH ⁻) |
| 2Pf = Mf | Alcalinidad debida a los iones carbonatos |
| 2Pf < Mf | Alcalinidad es una mezcla de iones y bicarbonato |

Nota. Relación entre Pf y Mf. Adaptado de *Manual, M.-I. D. (2001). Swaco M-I L.L.C. USA.*

2.2.7.5 Procedimiento Cloruros

- Con ayuda de una pipeta medir 1 ml de muestra de filtrado del lodo en el recipiente de titulación.
- Disolver en 25 ml de agua destilada.
- Agregar 10 gotas de la sustancia indicadora y la mezcla se tornará de color amarillo.
- Titular con la sustancia respectiva según la concentración indicada hasta que la muestra cambie de su color primario a uno rojo ladrillo y que este se mantenga durante al menos 30 segundos.
- Realizar los respectivos cálculos de la prueba.

Tabla 4*Rangos de salinidad*

| Rangos aceptables de salinidad | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Tipo de lodo | Rango |
| Agua de mar | 12000 a 35000 ppm nacl |
| Saturado con sal | 275000 a 312000 ppm nacl |
| Agua dulce | 500 a 1000 ppm cl- |
| Sal - polímero | 150000 a 275000 ppm nacl |

Nota. Relación entre Pf y Mf. Adaptado de *Manual, M.-I. D. (2001). Swaco M-I L.L.C. USA.*

2.2.7.6 Procedimiento dureza

- Con ayuda de una pipeta medir 1 ml de muestra de filtrado del lodo en el recipiente de titulación.
- Disolver en 25 ml de agua destilada.
- Agregar 20 gotas de solución Buffer, si el recipiente cambia de color significa que se encuentra contaminado y el procedimiento debe repetirse de ser así.
- Agregar 10 gotas de la sustancia indicadora, si el color del cual se torna es azul indica que la dureza es baja y si por el contrario se torna de color rojo su dureza es alta.
- Si la dureza obtenida es alta, agregar la sustancia tituladora gota por gota hasta que su color cambie a un color azul grisáceo o azul verdoso.
- Si la dureza obtenida es baja se le debe agregar más muestra de filtrado y si cambia se realiza el paso anterior, si por lo contrario el color es el mismo entonces el valor de la sustancia tituladora será cero.
- Realizar los respectivos cálculos de la prueba.

Tabla 5*Contenido de Ca*

| Aceptabilidad del contenido de ca | |
|-----------------------------------|----------------|
| Tipo de lodo | Rango |
| Bentonita y agua | <40 ppm |
| Lignosulfonato | <200 ppm |
| Yeso | 600 a 1100 ppm |
| Sal | <1000 ppm |
| Cal | <200 ppm |

Nota. Relación entre Pf y Mf. Adaptado de *Manual, M.-I. D. (2001). Swaco M-I L.L.C. USA*

2.2.8 Práctica #7 “Azul de Metileno”

El objetivo principal de esta prueba es medir la capacidad total de intercambio de azul de metileno de aquellos minerales arcillosos que contiene la prueba.

2.2.8.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #7

- **CEC (Capacidad de intercambio catiónico):** “Es una medida realizada a la cantidad de cationes por peso unitario de las arcillas y se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de arcilla seca”. (MI SWACO, 2001).

2.2.8.2 Equipo

Figura 10

Plancha de calentamiento



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.8.3 Procedimiento

- Del lodo preparado se toma una muestra de 2 ml y se mezcla junto con 10 ml de agua destilada, 15 ml de Peróxido de Hidrogeno y 0,5 ml de ácido sulfúrico (5N).
- Calentar la mezcla preparada en la plancha de calentamiento y dejar hervir durante unos 5 a 10 minutos.
- Dejar enfriar la mezcla.

- Agregar 10 gotas de azul de metileno y agitar durante 30 segundos.
- Con ayuda de una pipeta, tomar 1 gota y poner sobre el papel filtro de forma circular y ordenada.
- El proceso se repite hasta que la gota en el papel filtro genere una aureola de color azul verdoso.
- Realizar los cálculos respectivos de la prueba.

2.2.9 Práctica #8 “Viscosidad de embudo Marsh”

El objetivo principal de esta prueba es comparar la fluidez del lodo que se tiene de muestra con la fluidez que tiene el agua.

2.2.9.1 Conceptos básicos necesarios para la práctica #8

- **Viscosidad Marsh:** Se da en segundos por cuarto de galón (s/qt). El agua tiene un valor para esta propiedad de 26 más o menos 0,5(s/qt).

2.2.9.2 Equipo

Figura 11

Kit de embudo Marsh



Nota. Tomado de propia del autor.

2.2.9.3 Procedimiento

- Ubicar el dedo en el orificio de salida del embudo y agregar el lodo hasta la marca superior.
- Retire el dedo y una vez este paso mida el tiempo necesario para que el lodo llene el recipiente colector (jarra) hasta la marca que indica $\frac{1}{4}$ de galón o 946 cc.
- Registre y realice el reporte de la temperatura del fluido, así como el tiempo con una precisión de un segundo; aproxime al segundo superior.

3. Las Herramientas TIC

En la actualidad los procesos de enseñanza han evolucionado, como causa de la pandemia del Covid-19, la cual obligó tener un confinamiento; se obtuvo como resultado el cierre de las instituciones de educación, pero sin embargo, a pesar de esto las clases debían continuar, por lo tanto, hubieron muchos retos y aprendizajes; uno de esos fueron los métodos que se utilizaban para la educación, esto marco un antes y un después en el uso de las herramientas tic ya que forzó a implementar mecanismos más didácticos y que se pudieran manejar desde la distancia, para la mayoría de profesores y estudiantes era introducirse en un mundo desconocido. Las herramientas tic fueron las protagonistas de esta transición, ya que ayudaron a darle continuidad a los procesos educativos y es aquí donde entran una infinidad de aplicaciones que brindaron las bases para manejar de una mejor forma este proceso.

Las herramientas TIC (tecnologías de la información y la comunicación) se han venido utilizando cada vez más y adaptarse a ellas en una necesidad hoy en día. Las herramientas tic están presentes en muchas áreas de la vida actual en el trabajo, las universidades, en los hogares, centros educativos y mucho más; esto ha ayudado a transformar y poder transmitir la información para el desarrollo de la humanidad. Han venido apoderándose de las aulas poco a poco ya que abren una puerta a un mundo lleno de información actualizándose constantemente y pudiéndose utilizar desde cualquier parte del mundo con una conexión a internet ya sea desde computadores, tablets o Smartphone. En este proyecto de trabajo de grado se pretende crear un ambiente de comunicación entre el profesor y estudiante, con el fin de mejorar la correspondencia y la manera de ver la información para así desarrollar las competencias necesarias para el proceso de formación.

3.1 Importancia de las herramientas Tic en la educación

Antes de que existiera internet es decir antes de 1989 la forma en como existía la comunicación era distinta a la que se utiliza hoy en día. Por ejemplo, al enviar una carta por correo tomaba muchos días o meses en llegar a su remitente, esto hacía que al compartir información o conocimiento fuera difícil; gracias a la llegada del internet hace 34 años esta situación mejoró y hoy en día es cuestión de segundos poder compartir historias, datos, cartas o cualquier tipo de información; además es una actividad que cualquier persona puede realizar. Adicional, el internet ha ayudado a quitar las fronteras entre países y continentes permitiendo la conexión con personas en cualquier parte del mundo esto sin duda ha beneficiado a la educación en muchos aspectos.

Hace más de 200 años en medio de la revolución industrial cuando el mundo entero estaba viviendo procesos de transformación económica, social y tecnológica el modelo educativo respondía a las necesidades de esa época, en aquel momento dada la dificultad de acceder al conocimiento y la urgencia de transmitir la sabiduría a los otros, las clases se dictaban a una gran cantidad de estudiantes de manera uniforme sin embargo, las metodologías de siglos anteriores han tenido que venir evolucionando para que sigan vigentes hoy en día y las posibilidades que ofrece el internet han impactado la educación, pues, el acceso a la información y al conocimiento que antes podían acceder muy pocos ahora puede estar al alcance de muchos.

Las herramientas tic permiten que el conocimiento pueda registrarse, almacenarse y compartirse con otros, en la actualidad las clases pueden grabarse para facilitar el aprendizaje o participar en foros de cualquier tema y así contribuir directamente con la educación de miles de personas que se encuentren a kilómetros de distancia, sin importar su lugar de residencia o las

dificultades sociales o económicas que afrontan, podrán tener la oportunidad de acceder a la educación igualitaria y de calidad

Los procesos de aprendizaje pueden estar enfocados en la necesidad, gustos, talento y habilidades de cada estudiante, esto facilita la labor de los docentes y fomenta la autonomía e independencia del estudiante. Adicionalmente fomenta el trabajo en equipo y así la creación de nuevas ideas.

3.2 Características de las Herramientas TIC

Al ser dinámicas y ágiles las herramientas de la tecnología de información y comunicación hacen que los procesos comunicacionales entre las personas sean fáciles y retomem diferentes características como:

- **Inmaterialidad:** significa que no se realiza de forma personal pues es remota a través de dispositivos como computadores, tabletas, smartphones y logra ser inmersiva para la interrelación y utilización en cualquier lugar del mundo.
- **Interactividad:** está definida como la capacidad de comunicación entre los seres humanos y las maquinas, tiene la capacidad de acción y respuesta cuando se comparte información es de tipo adaptativa frente a los requerimientos de cada persona en la medida de poder interactuar con las diferentes herramientas digitales.
- **Interconexión:** es una característica que responde a la capacidad de comunicación de manera directa con una o diferentes personas a la vez, logrando que se generen nuevas oportunidades tecnológicas su aprovechamiento es muy alto pues se puede compartir todo tipo de información de manera inmediata y sin fronteras.

- **Instantaneidad:** responde a la capacidad de compartir información inmediata sin importar distancias, las redes de comunicación han logrado que esto sea una característica bastante importante ya que el factor tiempo se ve disminuido.
- **Multimedia:** permite compartir todo tipo de contenido en muy buena calidad, fotografías en HD, audio, videos y animaciones e incluso textos que son digitalizados y pueden ayudar a dar la comunicación de forma efectiva.
- **Digitalización:** son los formatos disponibles en los medios digitales que permiten conocer la información que se comparte y puede estar representada en diferentes formas en manera de archivos que están al alcance de todos.
- **Versatilidad:** es el impacto de las TICS que ha tocado a las personas, sectores y esferas sociales tales como la educación, política, cultura, economía entre otras. Es por ello por lo que su adaptabilidad es excelente.
- **Innovación:** se centra en el constante cambio que tienen las TICS ya que permiten siempre mejorar los procesos y más aún en la comunicación donde se ha producido una simbiosis de medios para avanzar y mejorar cada vez más.

3.3 Ventajas y Desventajas de las herramientas TICS

3.3.1 Ventajas

Las ventajas de las herramientas tic son muchas entre esas se ubica la interacción sin importar la ubicación geográfica; es unas de las principales ventajas que ofrece con ayuda de conexión a internet y es poder interactuar con las personas así no esté en el mismo lugar. En el ámbito educativo se puede conectar, reunir, discutir foros, blogs y muchas otras opciones sin necesidad de estar en el mismo lugar con las otras personas. Igualmente, una ventaja importante

es la diversidad en la información, es más fácil acceder a información ya sea por medio de noticias de cualquier tema, estar actualizados constantemente. También es muy importante que las herramientas tic fortalecen la autonomía de las personas ya que para el uso de estas es necesario tener responsabilidad, organización, manejo del tiempo y esto va formando carácter durante el proceso.

3.3.2 Desventajas

Las desventajas del uso de las herramientas tic en la educación está relacionada con el acceso al equipamiento tecnológico; para poder acceder a las herramientas tic es necesario equipos y programas los cuales tienen un costo que en muchas ocasiones son elevados adicionalmente los equipos van actualizándose constantemente y esto genera la necesidad de estar adquiriéndolos, esto demanda una inversión económica considerable que no todos pueden cubrir. Otra desventaja es la confiabilidad de la información, una de las ventajas es tener acceso a mucha información, pero también se convierte en una desventaja puesto que mucha información es falsa y los encontramos sitios donde se difunden información sin conocimiento científico y que desafortunadamente son considerados fuentes de consultas de muchas personas. El uso de los tics mayormente para el ocio, es decir, que las herramientas tics se usan en su mayoría de tiempo para las relaciones sociales, juegos y demás pero no son utilizadas para aprender o para crear conocimiento, por ello, las TICS podrían convertirse en un obstáculo para el aprendizaje de estas personas.

3.4 Plataforma Moodle

Una de las plataformas más importantes en este proceso fue la plataforma Moodle la cual es “una plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionarle a educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje personalizados.” (Moodle, 2022) en términos técnicos es un sistema web dinámico creado para gestionar entornos de enseñanza virtual basados en tecnología php y bases de datos. Fue creada por Martin Williams pedagogo e ingeniero de sistemas nacido en Australia la cual se comenzó a desarrollar en el año 1999 como herramienta de código abierto, lo cual, ha permitido su mejora a lo largo del mundo configurándose una amplia red de usuarios y desarrolladoras a su alrededor. Esta aplicación ha venido creciendo entre instituciones y organizaciones tanto grandes como pequeñas alrededor del mundo, “el número de usuarios de Moodle a nivel mundial es de más de 200 millones de usuarios (en agosto del 2020)” (Moodle, 2022).

Este aplicativo maneja una interfaz simple lo cual genera que sea una aplicación fácil de usar y de manejar, es proporcionado gratuitamente mediante un código abierto esto ayuda a que cualquier persona pueda modificar, personalizar y adaptar a las necesidades que tengan tanto empresariales como educativas a nivel mundial adaptado a más de 120 idiomas. Es una herramienta estable y de confianza que se adapta fácilmente a cualquier tipo de organización sin importar el tamaño de esta intuitiva y fácil de usar, aprender a gestionar y utilizarla es muy sencillo. El panel de usuario tiene una interfaz simple con características de arrastrar y soltar, siempre actualizada. “Moodle es continuamente revisada y mejorada para adaptarse a las necesidades de los usuarios a lo largo del tiempo. Flexible y personalizable al ser un software de código abierto” (Moodle, 2022) se puede fácilmente personalizar y adaptar a cualquier tipo de organización o

persona que quiere compartir sus cursos online o de forma independiente esto debido a su estructura modular.

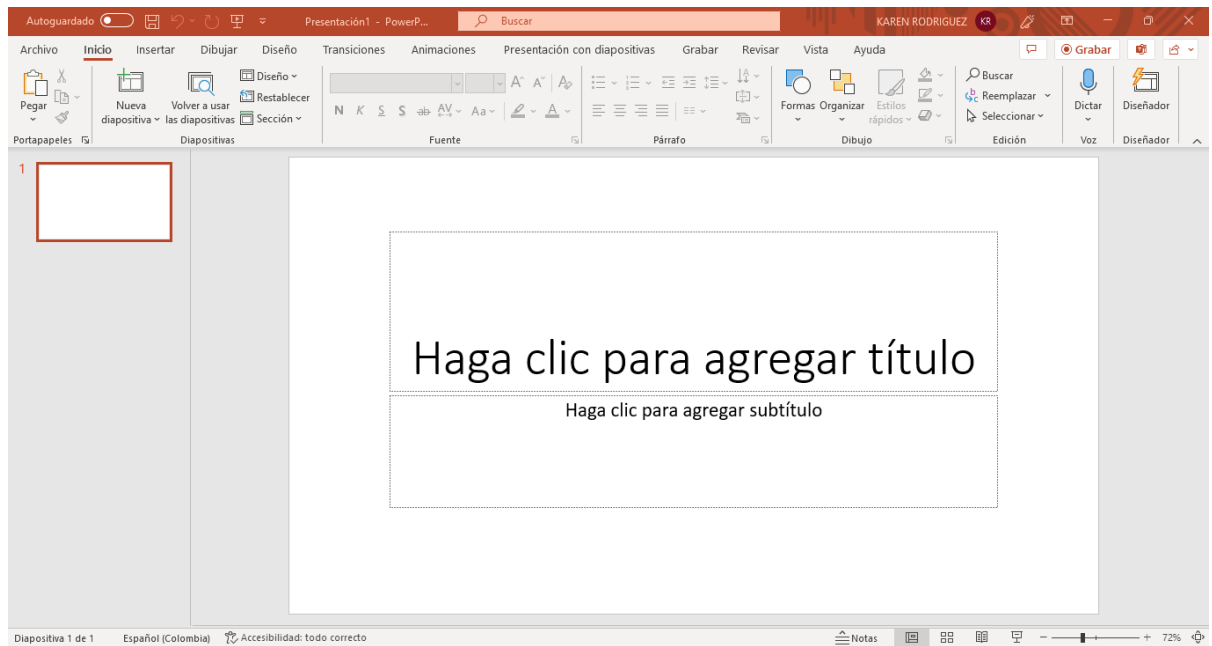
El acceso a Moodle se realiza desde la web por lo que puede acceder desde cualquier lugar del mundo, en cualquier momento y desde cualquier dispositivo su interfaz es compatible con equipos móviles y todos los navegadores de internet. Los desarrolladores de Moodle están comprometidos con la seguridad de los datos y la privacidad del usuario, por esto los controles de seguridad de la plataforma son actualizados constantemente y cuenta con un sistema que dan protección frente al acceso no autorizado, la pérdida de datos y el mal uso. (Maxima formacion, 2023).

3.5 Power Point (Herramienta Interactiva)

A medida de la acogida de las herramientas se ha notado la necesidad de la interactividad de los estudiantes con los temas que se desean aprender, es por esto por lo que la herramienta power point es muy importante porque permite desarrollar las ideas por medio de presentaciones, imágenes y videos. Power point es un software diseñado para realizar presentaciones por la corporación de Microsoft. Se creó en el año 1980 y 7 años más tarde fue vendido a Bill gates convirtiéndolo en un programa muy popular empleándose en cualquier área del conocimiento formando así el paquete básico de programas de Microsoft office junto a otros programas como Excel y Word.

Figura 12

Ventana principal Power Point



Nota. Tomado de propia del autor.

En la actualidad es uno de los programas más utilizados en el mundo para la realización de presentaciones y es compatible con los sistemas operativos más comunes como es Windows, MacOS, Android e IOS, en la actualidad tener un conocimiento de este programa es fundamental para cualquier área del ámbito educativo o laboral y más con el mundo que se está viviendo, en relación con la digitalización se hace esencial enseñar las ideas claras, creativas y que llegue de manera acertada.

Esta herramienta es fácil de utilizar en la cual, se puede insertar diferentes medios como imágenes, tablas, video, audios o incluso grabar la pantalla del computador o dispositivo que

estemos utilizando, igualmente tenemos diseños ya prediseñados que facilitan las ideas cuando no tenemos claro lo que se quiere hacer o simplemente no se tiene el tiempo para empezar desde cero. El programa cuenta con unas transiciones las cuales permiten hacer las presentaciones más dinámicas y didácticas con diferentes animaciones y formas que se pueden seleccionar.

3.6 Wondershare Filmora (Herramienta Audiovisual)

Filmora es un software para la edición de videos con una interfaz sencilla para que cualquier persona pueda realizar la edición de videos sin importar la experiencia que tenga. Este programa tiene una versión gratuita que ofrece las mismas funciones de la versión de pago, pero aplica una marca de agua en los videos. Es importante antes de adquirir el programa comprobar que el dispositivo cumpla con los requisitos para que funcione, se tiene una versión para Windows y para Mac. Utilizar filmora es muy sencillo e intuitivo que solo en unos minutos se puede crear un video. Uno de los mayores retos que se tiene al momento de utilizar un editor de videos son los recursos que ofrece, pero con filmora no se tiene ese problema porque brinda cantidad de recursos como poner audio, títulos, transiciones, efectos, elementos, pantallas divididas así se logra personalizar completamente el trabajo que queremos realizar, adicionalmente, tiene la opción de separar el audio. Al momento de exportar el video se puede seleccionar el tipo de resolución que se quiere, la calidad y el formato en el cual queremos exportarlo.

4. Desarrollo de Herramienta TIC

La herramienta TIC desarrollada en este trabajo de grado se encuentra alojada en la plataforma virtual Moodle, desde la cual los docentes podrán tener acceso con facilidad al curso y por supuesto los estudiantes de la asignatura.

4.1 Estructura de la Herramienta TIC

- **Ubicación:** Como se menciona en el párrafo anterior la herramienta TIC se encuentra alojada en la plataforma virtual de aprendizaje de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 13

Ingreso al aula virtual Moodle



Nota. Tomado de propia del autor.

- **Diseño en el Moodle:** Se encuentra dividida en pestañas, en donde cada una obtiene las pruebas realizadas en el laboratorio de Lodos de Perforación, adicional una pestaña para la preparación del lodo.

Figura 14

Diseño de la herramienta en Moodle



Nota. Tomado de propia del autor.

- **Herramienta audiovisual:** Cuenta con un espacio audiovisual en cada pestaña en donde podrán observar mediante un video el procedimiento paso a paso de cada una de las pruebas a realizar, las cuales permitirá a los alumnos tener un previo conocimiento sobre el desarrollo de la prueba.

Figura 15

Herramienta audiovisual

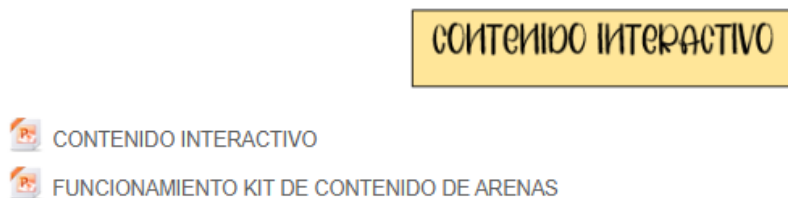


Nota. Tomado de propia del autor.

- **Herramienta interactiva:** Cuenta con un espacio interactivo, que consta de dos partes: La primera, denominada “contenido interactivo” en la cual los estudiantes podrán por un medio didáctico identificar las posibles recomendaciones y precauciones que se deben tener en el desarrollo de cada prueba, y la segunda, denominada “funcionamiento de los equipos” donde al igual que la anterior por un medio didáctico podrá reconocer el funcionamiento de las partes de cada equipo. Así los alumnos podrán interactuar con las funciones de los equipos y las pruebas a desarrollar.

Figura 16

Herramienta interactiva



Nota. Tomado de propia del autor.

- **Autoevaluación:** Finalmente cada pestaña cuenta con un espacio de autoevaluación denominado “Cuestionario” en donde podrán por medio de unas preguntas evaluar el conocimiento adquirido.

Figura 17

Autoevaluación



Nota. Tomado de propia del autor.

4.2 Funcionamiento de la Herramienta TIC

4.2.1 Desarrollo Audiovisual

Para empezar a usar la herramienta TIC diseñada, en primera instancia se debe reproducir el video alojado en la parte audiovisual y entender el procedimiento que se va a realizar en cada prueba de laboratorio, por lo tanto, quedará claro el paso a paso de esta.

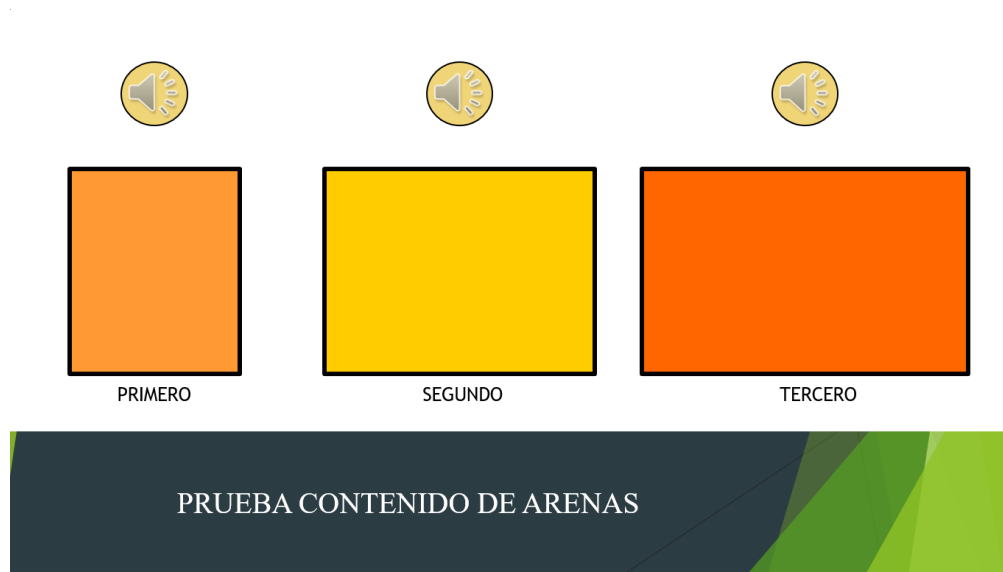
4.2.2 Desarrollo interactivo

El desarrollo interactivo mencionado anteriormente se compone de dos partes, por ellos es importante saber el funcionamiento de cada una de ellas.

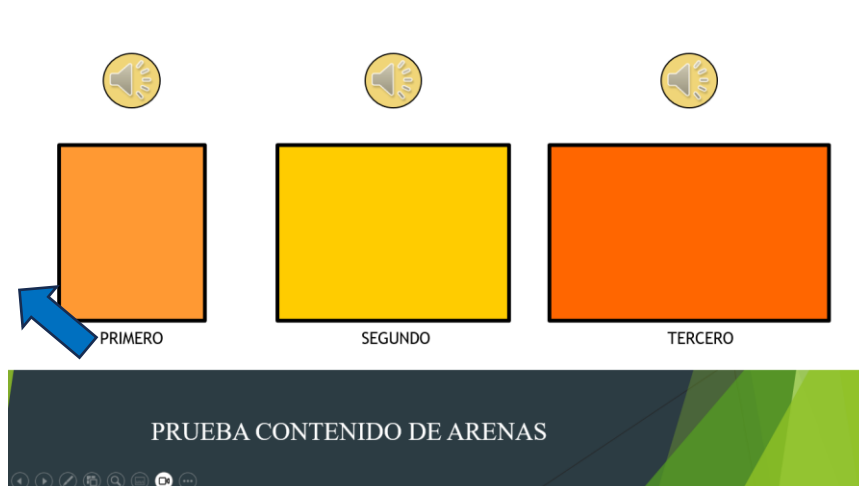
- **Contenido interactivo:** Siendo un diseño elaborado en Power Point es importante que se encuentre en modo presentación para que su funcionamiento sea el adecuado; esta parte consiste en que las partes del equipo a estudiar se encuentran ocultas por recuadros, al hacer clics y ser descubiertas se reproducirá un breve audio con la recomendación adecuada en el procedimiento. A continuación, se visualizará el procedimiento mencionado:

Figura 18

Paso 1 contenido interactivo



Nota. El paso 1 es visualizar el archivo en modo presentación. Tomado de propia del autor.

Figura 19*Paso 2 contenido interactivo*

Nota. El paso 2 es dar clip en cada recuadro que oculta las partes del equipo. Tomado de propia del autor.

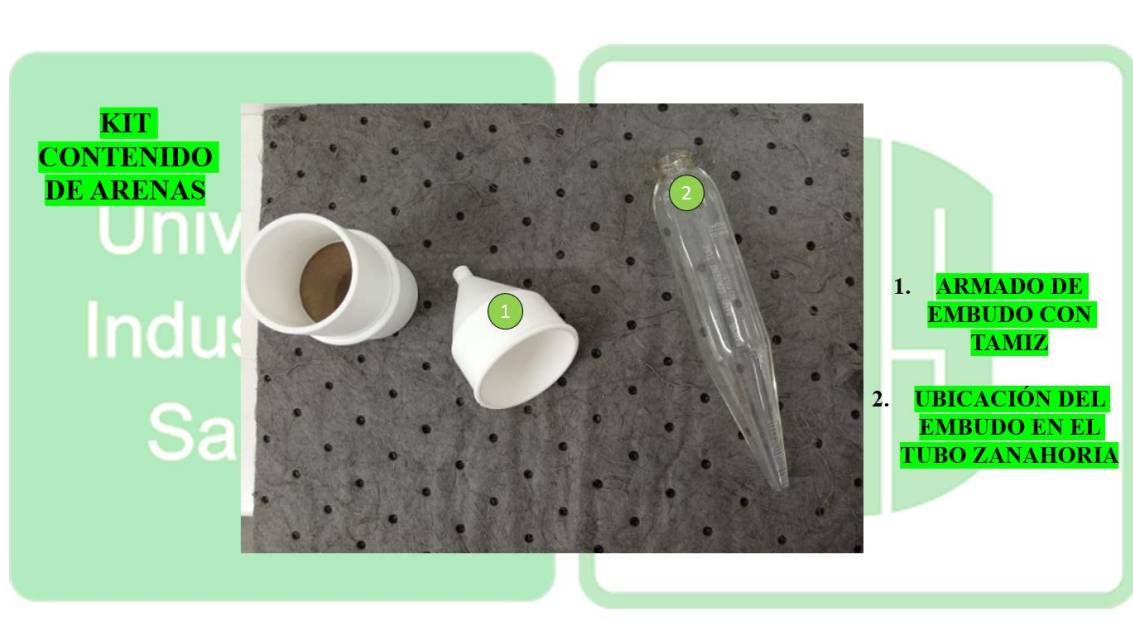
Figura 20*Paso 3 contenido interactivo*

Nota. Paso 3 al hacer clip en el recuadro se descubre la imagen y se reproducirá el audio de la recomendación. Tomado de propia del autor.

- **Funcionamiento de los equipos:** Siendo un diseño elaborado en Power Point es importante que se encuentre en modo presentación para que su funcionamiento sea el adecuado; esta parte consiste en que se ubicará un hipervínculo directo en la imagen del equipo en donde al hacer clip automáticamente nos mostrará mediante un corto video el funcionamiento de esta parte del equipo. A continuación, se visualizará el procedimiento mencionado:

Figura 21

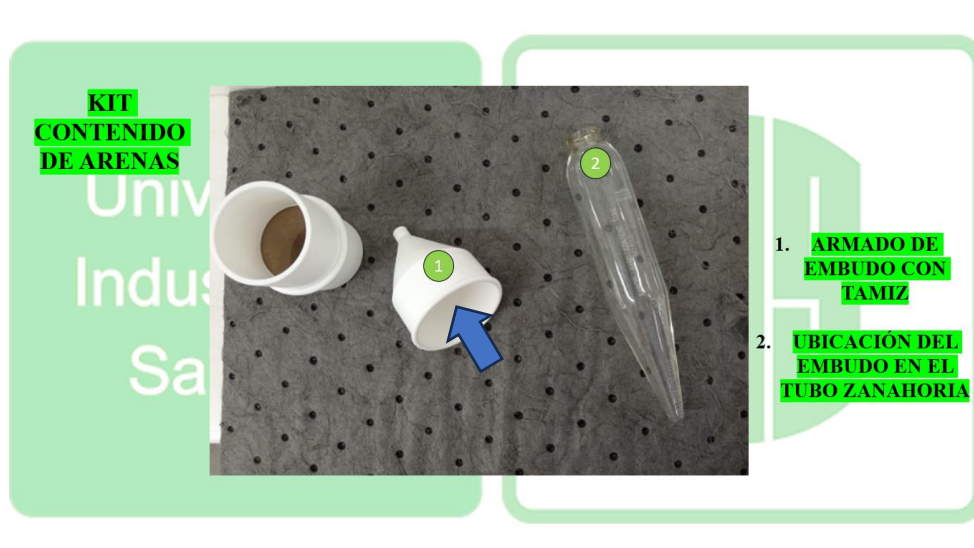
Paso 1 funcionamiento de los equipos



Nota. El paso 1 es visualizar el archivo en modo presentación. Tomado de propia del autor.

Figura 22

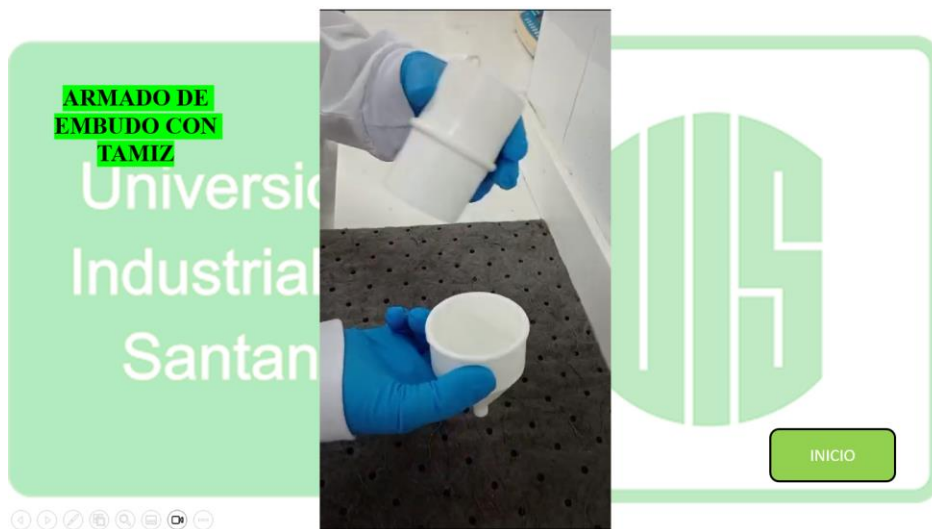
Paso 2 funcionamiento de los equipos



Nota. El paso 2 es dar clip en el #1. Tomado de propia del autor.

Figura 23

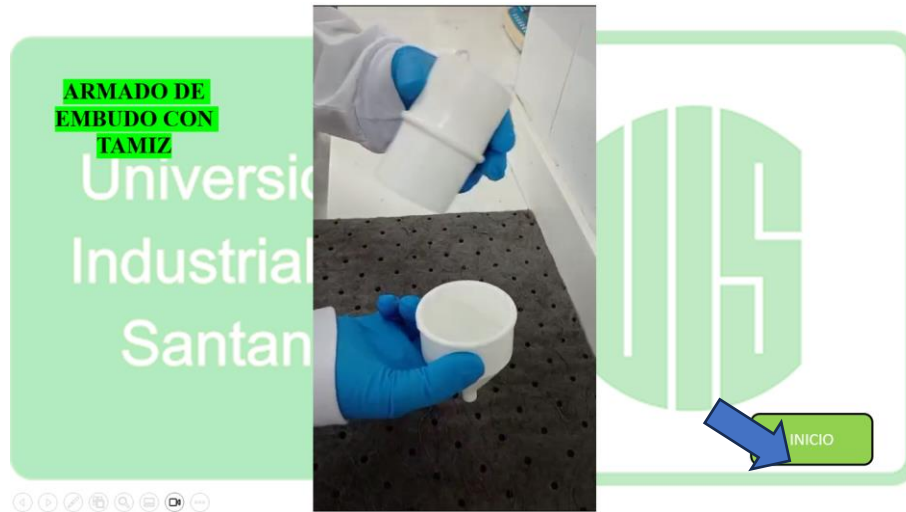
Paso 3 funcionamiento de los equipos



Nota. El paso 3 es visualizar el video que se reproducirá. Tomado de propia del autor.

Figura 24

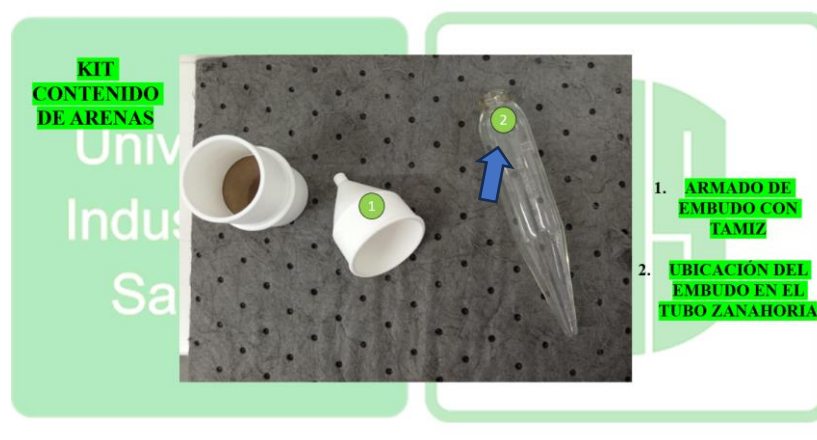
Paso 4 funcionamiento de los equipos



Nota. El paso 4 es presionar el botón de inicio para regresar a la página principal. Tomado de propia del autor.

Figura 25

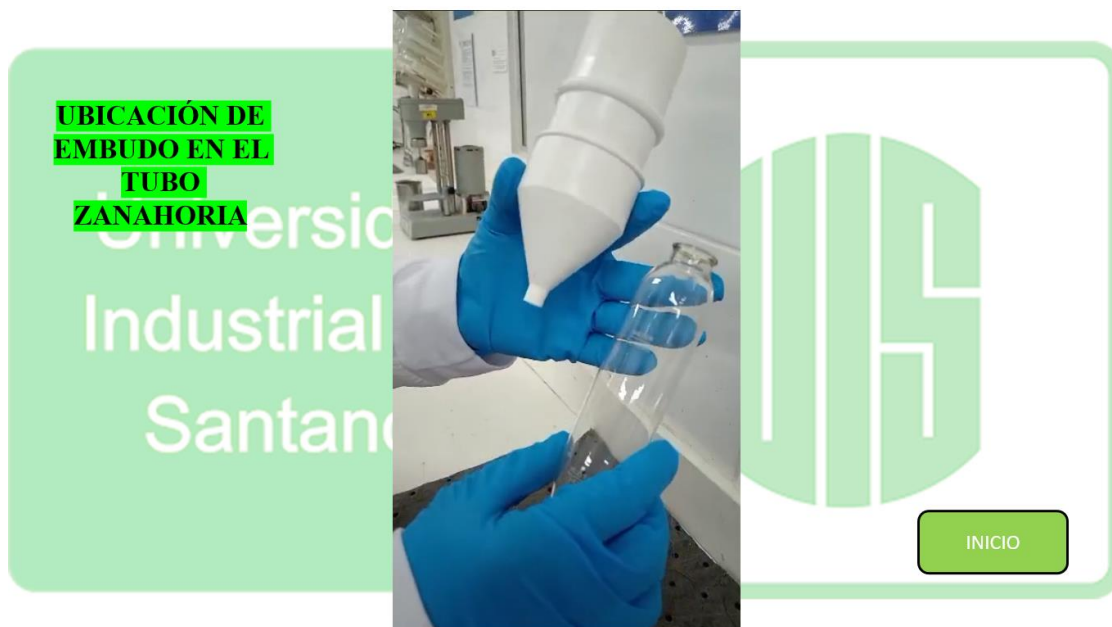
Paso 5 funcionamiento de los equipos



Nota. El paso 5 es dar clip en el botón de numerología siguiente. Tomado de propia del autor.

Figura 26

Paso 6 funcionamiento de los equipos

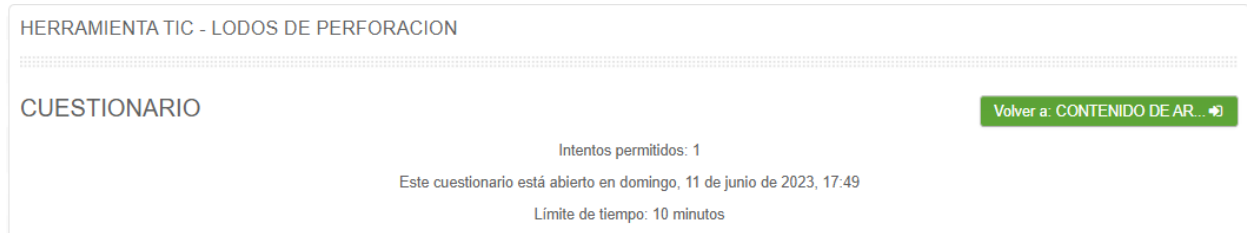


Nota. El paso 6 es visualizar el video que se reproducirá. Tomado de propia del autor.

Este es el procedimiento para cualquier equipo que se quiera estudiar dependiendo la prueba a realizar, sin embargo, cabe resaltar que algunos cuentan con una numerología más extensa dado sus partes son muchas más.

4.2.3 Autoevaluación

En la plataforma virtual Moodle se ubica un espacio de cuestionario que podrán resolver los estudiantes después de haber visualizado el video y haber desarrollado los componentes interactivos.

Figura 27*Cuestionario en Moodle*

Nota. Tomado de propia del autor.

5. Conclusiones

- La herramienta TIC desarrollada se compone de los espacios audiovisuales, interactivos y de interacción para los alumnos en donde podrán de una forma didáctica tener un conocimiento previo al llegar al laboratorio de lodos de perforación y realizar las pruebas propuestas en el contenido de la asignatura.
- Las herramientas tecnológicas en la asignatura impartida de forma presencial “Lodos de perforación” proporcionan un acompañamiento en los procesos de aprendizaje, enseñanza y evaluación; adicional brindan un significativo valor a estos procesos educativos.
- La herramienta TIC para Lodos de perforación implementada en Moodle ofrece un soporte a la asignatura en cuanto a su contenido práctico y presenta una ventaja en caso de llegar a presentarse algún inconveniente o una interrupción que pueden presentarse en la institución, dado que esta permite el desarrollo de la asignatura ofreciendo conexión a los recursos del componente practico desde un dispositivo conectado a internet con mínimos requerimientos para soportar una alta navegación en páginas web.

6. Recomendaciones

- Se recomienda con el transcurrir del tiempo mejorar el contenido interactivo de las pruebas, quizás con modelos o simulaciones 3D y así se pueda interactuar en línea con los equipos requeridos para realizar las prácticas, dado que la tecnología sigue avanzando y es muy probable que en un futuro cercano se puedan encontrar diversas aplicaciones que sirvan para este objetivo.

Referencias Bibliográficas

- Arias, R. M. (2016). Manual teórico-práctico para el conocimiento, evaluación y selección de fluidos de perforación empleados en la construcción de pozos.
- Baroid, (1999) manual de fluidos
- Calderón, A.D (2018) Diseño de un aula virtual mediante la integración de estrategias de aprendizaje activo/ mediado y TIC para el laboratorio de lodos de la escuela de petróleos
- Cancino, O. P. (15 de 09 de 2019). Conferencia para el planteamiento del tema y plan de trabajos de grado en ingenierías. Bucaramanga.
- Cárdenas, A. D. (2018). Diseño de un aula virtual mediante la integración de estrategias de aprendizaje activo/mediado y tic para el laboratorio de lodos de la escuela de petróleos. Bucaramanga.
- Caro, K.W & Zapata,D.L (2014) Desarrollo de una herramienta multimedia como alternativa aprendizaje- enseñanza de lodos de perforación
- Hernández, D.E & Mateus N.F (2017) Diseño y aplicación de un entorno educativo virtual para la asignatura de perforación de pozos
- Hughes, B. (1998). Fluidos manual de Ingeniería. INTEQ.
- LAURA, F. G. (s.f.) GUIA DE FLUIDOS DE PERFORACION Y LABORATORIO.
- Manual, M.-I. D. (2001). Swaco M-I L.L.C. USA.
- Máxima formación (2003). Obtenido de <https://www.maximaformacion.es/blog-teleformacion/que-es-la-plataforma-moodle->
- Moodle. (26 de 12 de 2022). Moodle. Obtenido de <https://docs.moodle.org>
- PDVSA. (2002). Manual de fluidos de perforación.

Rodríguez, E (2007) reestructuración teórico - práctica de la guía de laboratorio de lodos y cementos

Suarez, B.J & Báez C.E (2009) Implementación del sistema de gestión de calidad en las pruebas realizadas en el laboratorio de lodos y cementos con base en la norma NTC-ISO 17025:2005

Universidad Industrial de Santander. (05 de 06 de 2020). [www.uis.edu.co](http://tangara.uis.edu.co). Obtenido de http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/pub/informacion/info_enlaces.jsp?cod_subgrupo=97

Vanegas, D.A & González C.L (2010) Herramienta multimedia para el estudio del área de perforación de pozos en el programa académico de ingeniería de petróleos