



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE PETRÓLEOS**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL PARA  
PERFORAR SECCION CONDUCTORA EN POZOS EXPLORATORIOS  
DEL CAMPO LIBERTADOR DEL ORIENTE ECUATORIANO”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**OSCAR DAVID RAMÍREZ SUÁREZ**

**TUTOR:**

**ING. CARLOS ALBERTO PORTILLA LAZO, Mgt.**

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE PETRÓLEOS**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL PARA  
PERFORAR SECCION CONDUCTORA EN POZOS  
EXPLORATORIOS DEL CAMPO LIBERTADOR DEL ORIENTE  
ECUATORIANO”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**OSCAR DAVID RAMÍREZ SUÁREZ**

**TUTOR:**

**ING. CARLOS ALBERTO PORTILLA LAZO, Mgt.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

**UPSE**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

**(Ing. Marllelis Gutiérrez PhD.)**  
DIRECTORA DE CARRERA

---

**(Ing. Carlos Portilla Lazo MSc)**  
DOCENTE TUTOR

---

**(Ing. Xavier Vargas Gutiérrez MSc.)**  
DOCENTE ESPECIALISTA


---

**(Ing. David Vega González)**  
SECRETARIA DEL TRIBUNAL

A Dios por permitirme llegar hasta estas instancias de la carrera, también a mis padres y amigos que me apoyan incondicionalmente en esta parte de mí y en especial a mi tutor por guiarme en el transcurso de esta etapa.

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL PARA PERFORAR SECCION CONDUCTORA EN POZOS EXPLORATORIOS DEL CAMPO LIBERTADOR DEL ORIENTE ECUATORIANO”** elaborado por el estudiante **OSCAR DAVID RAMÍREZ SUÁREZ**, egresado de la carrera de Ingeniería en Petróleos, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio **COMPILATIO**, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 8% de la valoración permitida.

 <b>CERTIFICADO DE ANÁLISIS</b> magister	<b>TESIS OSCAR RAMIREZ REVISADA ANTIPLAGIO</b>	<b>8%</b> Textos sospechosos	<b>8% Similitudes</b> 0% similitudes entre comillas 4% entre las fuentes mencionadas	<b>0% Idiomas no reconocidos</b>	<b>12% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)</b>
Nombre del documento: TESIS OSCAR RAMIREZ REVISADA ANTIPLAGIO.docx ID del documento: e960957c814d3125595861435775f0b8828bb255 Tamaño del documento original: 240,77 kB Autores: []	Depositante: CARLOS ALBERTO PORTILLA LAZO Fecha de depósito: 25/11/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 25/11/2024	Número de palabras: 7228 Número de caracteres: 46.489			

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Carlos Portilla Lazo

C.I.: 0913412367

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Oscar David Ramírez Suárez, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “evaluación del procedimiento operacional para perforar sección conductora en pozos exploratorios del campo libertador del oriente ecuatoriano” no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Petróleos, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría. Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,



---

**Oscar David Ramírez Suarez**

**Autor de Tesis**

**C.I.: 0928274588**

# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Portilla Lazo Carlos, PhD/MSc.

## TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo **“Evaluación del procedimiento operacional para perforar sección conductora en pozos exploratorios del campo libertador del oriente ecuatoriano”** previo a la obtención del Título de Ingeniero en petróleo elaborado por el Sr/a. Oscar David Ramírez Suárez-, egresado de la carrera de petróleos, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR



---

**Carlos Portilla Lazo**

**TUTOR**

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

La Libertad, 23 de noviembre de 2024


## CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Yo, Elsa Esmeralda Del Pezo Reyes, Master de escritura creativa en español, con cédula de ciudadanía 0910001007, certifico haber revisado el trabajo de integración curricular titulado "evaluación del procedimiento operacional para perforar sección conductora en pozos exploratorios del campo libertador del oriente ecuatoriano.", elaborado por Oscar David Ramírez Suárez, como requisito para optar al título de Ingeniero en Petróleo en la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En el contexto general el mencionado trabajo satisface los requisitos de redacción, estilo y ortografía para el uso del idioma español

La presente certificación se otorga para los fines académicos pertinentes, en la ciudad de La Libertad, a los veintitrés días del mes de noviembre de dos mil veinticuatro

Atentamente



**Elsa Esmeralda Del Pezo Reyes**

**"MAGISTER DE ESCRITURA CREATIVA EN ESPAÑOL"**

Número de cédula:

0910001007

Número de celular:

0963908010

**Número de registro de SENESCYT: 72411B1623**



# **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, dedico este proyecto a Dios, por ser mi guía durante todo este proceso. Segundo, quiero dedicar este trabajo a la madre que tengo en el cielo, sé que donde esté puede ver con orgullo a su hijo. De igual manera quiero dedicar esto a mis padres Maritza y Alexis, a mis hermanos Josué y Valeria, y a mi hijo Noah, quienes son parte de mi día a día y son testigos de mis triunfos y fracasos. Y para finalizar, pero no menos importante, dedicar esto a mi mejor amiga y compañera, que durante ya mucho tiempo me ha estado infundiendo el valor de la perseverancia.

# ÍNDICE

	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	v
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	viii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3.    ANTECEDENTES.....	2
1.4.    HIPÓTESIS.....	3
1.5.    OBJETIVOS.....	3
1.5.1.    Objetivo general.....	3
1.5.2.    Objetivos específicos.....	3
1.6.    ALCANCE.....	3
1.7.    VARIABLES.....	4
1.7.1.    Variable dependiente.....	4
1.7.2.    Variable independiente.....	4
1.8.    DESCRIPCIÓN DEL CAMPO LIBERTADOR.....	4
1.8.1.    Ubicación del campo.....	4
1.8.2.    Estructura del campo.....	6
1.8.3.    Litología.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	9
2.1.    GENERALIDADES DE POZOS PETROLEROS .....	9
2.1.1.    Pozo petrolero.....	9
2.1.2.    Tipos de pozos.....	10
2.2.    CLASIFICACIÓN DE POZOS .....	11
2.2.1.    Pozos verticales.....	11
2.2.2.    Pozo horizontal.....	12
2.3.    PROCESO DE PERFORACION DE UN POZO EXPLORATORIO.....	15
2.3.1.    Planificación y preparación.....	15
2.3.2.    Perforar el pozo.....	15
2.3.3.    Registro y prueba.....	15
2.3.4.    Completar el pozo.....	16
2.4.    Proceso operacional de un pozo.....	16
2.4.1.    Exploración y Descubrimiento.....	16
2.4.2.    Perforación del Pozo.....	16

2.4.3.	<b>Completación del Pozo.</b>	17
2.4.4.	<b>Producción.</b>	17
2.4.5.	<b>Separación y Tratamiento.</b>	17
2.4.6.	<b>Transporte y Comercialización.</b>	17
2.5.	<b>FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE UN POZO</b>	18
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA</b>		19
3.1.	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	19
3.1.1.	<b>Tipo de investigación.</b>	19
3.1.2.	<b>Recopilación de información.</b>	19
3.2.	<b>ENSAMBLAJE DE POZO</b>	20
3.2.1.	<b>Factores del ensamblaje de fondo.</b>	21
3.3.	<b>DISEÑO DE UN BHA</b>	21
<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>		30
4.1.	<b>DISEÑO DEL ENSAMBLAJE DE FONDO PARA PERFORAR SECCION CONDUCTORA.</b>	30
4.2.	<b>LÍMITES DE LA OPERACIÓN</b>	31
4.3.	<b>DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO OPERACIONAL.</b>	32
4.4.	<b>CONSECUENCIAS DE LA DESVIACIÓN</b>	35
4.5.	<b>PASOS PARA EVITAR LA DESVIACIÓN.</b>	35
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		36
5.1.	<b>CONCLUSIONES</b>	36
5.2.	<b>RECOMENDACIONES</b>	37
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		38

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura. - 1. Ubicación del campo Libertador - Elaborado por Santiago caceres y Oswaldo puruncajas (petroproduccion).....</b>	<b>5</b>
<b>Figura. - 2. Litología del campo Libertador - Fuente: Petroecuador .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura. - 3. Ilustración de un pozo petrolero (Magnus, 2014a) .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura. - 4. Pozo vertical - (Gustato, 2017).....</b>	<b>12</b>
<b>Figura. - 5. Pozo Horizontal - (Madrid, 2024).....</b>	<b>14</b>
<b>Figura. - 6. Diseño de un BHA - (Juárez et al., 2016).....</b>	<b>23</b>
<b>Figura. - 7. Diseño del ensamblaje de fondo .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura. - 8. Diagrama de flujo del programa operacional.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura. - 9. Diagrama de flujo del proceso operacional.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura. - 10. Diagrama de flujo del proceso operacional.....</b>	<b>34</b>

**“EVALUACION DEL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL PARA  
PERFORAR SECCION CONDUCTORA EN POZOS  
EXPLORATORIOS DEL CAMPO LIBERTADOR DEL ORIENTE  
ECUATORIANO”**

**Autor: Oscar Ramírez**

**Tutor: Ing. Portilla Lazo Carlos, Mg.**

**RESUMEN**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo, realizar una evaluación del procedimiento operacional para perforar sección conductora para pozos exploratorios en el campo libertador del oriente ecuatoriano. En algunos casos no se perfora el hoyo conductor, sino que se hinca un revestimiento hasta su rechazo, utilizando equipos (“Martillos”) especialmente diseñados para ejecutar el trabajo. Perforar el hoyo conductor con el diámetro programado hasta la profundidad de asentamiento del revestimiento y adicionalmente perforar de 5’a10’, a fin de disponer un margen para la deposición de relleno u otras contingencias. Bombear de 10 a 20 barriles de píldora viscosa cada 90’, de aproximadamente 80 sg/qt y circular en cada conexión 5-15 minutos dependiendo de la profundidad perforada. Utilizar una válvula flotadora en la sarta de perforación para evitar el contraflujo del fluido de perforación durante las conexiones.

***PALABRAS CLAVE:*** *(Procedimiento operacional, sección conductora)*

**“EVALUACION DEL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL PARA  
PERFORAR SECCION CONDUCTORA EN POZOS EXPLORATORIOS  
DEL CAMPO LIBERTADOR DEL ORIENTE ECUATORIANO”**

**Autor: Oscar Ramírez**

**Tutor: Ing. Portilla Lazo Carlos, Mg.**

**ABSTRACT**

The objective of this titration work is to carry out an evaluation of the operational procedure to drill conducting section for exploratory wells in the Libertador field of eastern Ecuador. In some cases, the conductor hole is not drilled, but a coating is hammered until it is rejected, using equipment ("Hammers") specially designed to carry out the work. Drill the conductor hole with the programmed diameter up to the seating depth of the coating and additionally drill from 5' to 10', in order to provide a margin for the deposition of fill or other contingencies. Pump 10 to 20 barrels of viscous pill every 90', at approximately 80 sg/qt and circulate in each connection for 5-15 minutes depending on the depth drilled. Use a float valve on the drill string to prevent backflow of drilling fluid during connections.

**KEYWORDS:** *(Operational procedure, driving section)*

# **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La problemática de este trabajo es incentivar a realizar una evaluación de las operaciones de perforación a hoyo conductor con el fin de realizar perforaciones del hoyo entre 36” y 20” de diámetro hasta ciertas profundidades que se establecieron para instalar el revestidor conductor. Los diámetros internos y externos, tipo de conexión y cuello de pesca de los tubulares, herramientas y accesorios a ser utilizados para la perforación del hoyo conductor deben ser compatibles y queden registrados en los reportes diarios. En todo caso durante la perforación considerar los límites, con el fin de evitar las pérdidas de circulación y taponamiento del tubo canal (Flow line) por exceso de rípios.

Este trabajo de investigación se centrará en poder evaluar la información disponible sobre las operaciones de perforación a hoyo conductor que se realicen dentro de los campos, así como de los parámetros y variables tomados para la selección de los diámetros seleccionados para los pozos petroleros en ese campo, con el fin de mejorar las practicas operacionales.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Para este trabajo de carácter bibliográfico y analítico, se hará una investigación sobre las operaciones de perforación a hoyo en los pozos del campo libertador de la Cuenca Oriente Ecuatoriana, ubicados en la provincia de Orellana. Por esta razón, es necesario conocer los fundamentos básicos o teóricos sobre aquellas operaciones de perforación para así adquirir los conocimientos previos y poder aplicarlos en futuros proyectos.

### 1.3. ANTECEDENTES

En 2014, Magnus M. Realizo un estudio para probar un aparato que ayuda a disminuir la erosión de la tierra debajo de un taladro. Esto sirve para proteger las arenas donde se encuentra agua dulce. Ayuda a mantener la protección al atacar las fases de forma intensa. También se pueden usar barreras para separar áreas que tienen diferente presión de aire. (Magnus, 2014b)

En el año 2012 Rivas G y Rivera A. En su proyecto final, explican que empujan el petróleo hacia el pozo para ayudar a que se extienda mejor, gracias al gas que está disuelto en él. Cuando la presión baja mucho, se crean burbujas de gas pequeñas y dispersas en los poros. Estas burbujas empujan el petróleo hacia el agujero. Cuando las burbujas de gas se juntan, el gas se desplaza hacia el agujero como si fuera una sola masa de gas que fluye (Rivas y Rivera, 2012).

En 2019, Ramiro Criollo escribió un trabajo de investigación sobre cómo mejorar el motor de fondo de los pozos y compararlo con otras herramientas para cambiar la dirección en la que van los pozos. La presión sin carga es cuando hay una diferencia de presión causada por las obstrucciones en el flujo del motor, como las cámaras de la sección de potencia, el espacio entre el eje de transmisión y la cubierta ajustable, y los puertos y orificio del eje conductor. Estas pérdidas se calculan por la presión que se necesita para hacer que el rotor comience a girar y dependen de la cantidad de fluido que pasa a través de la perforación.

Raúl Recalde en su trabajo de universidad sobre cómo diseñar las tuberías para perforar el pozo sacha 452D nos explica que la primera tubería que se usa, llamada revestimiento conductor, ayuda a pasar por las capas más superficiales y puede llegar a una profundidad entre 40 y 400 pies. Si la tierra es suave, se pueden colocar pilotes de 40 pies de largo. Pero si es dura, hay que cavar más profundo, hasta 400 pies, para poner las tuberías. La tubería conductora ayuda al fluido de perforación a moverse desde arriba hasta abajo y viceversa. Evita que se escape el fluido en las capas de roca cercanas.

Jessica G. y Cesar G. En el trabajo titulado "Evaluación de la propuesta de perforación del pozo S", se menciona que la primera parte del pozo, llamada sección conductora, se



construirá desde la superficie hasta los 548.76 pies de profundidad. Esta sección tendrá un diámetro de 20 pulgadas y se perforará con una broca de 26 pulgadas para evitar desviaciones. Esta broca es ideal para suelos blandos y moderadamente duros, por lo que se decidió utilizarla tras analizar las opciones disponibles. El equipo que se va a usar para perforar será pesado, con un peso total de 1816.51 libras y una longitud de 548.76 pies. Esto nos ayudará a determinar cuánto se va a perforar en la sección inicial (Guale y García, 2024).

## **1.4. HIPÓTESIS**

Este procedimiento describe los pasos a seguir para realizar la actividad de perforación del hoyo conductor entre 36” y 20” de diámetro hasta la profundidad preestablecida para instalar el revestimiento conductor, (a la vez sirva de soporte a un sistema desviador que permita luego perforar el hoyo de superficie y al mismo tiempo preservar los mantos acuíferos de la contaminación con los fluidos de perforación), según alineación y homologación de las mejores prácticas operacionales revisadas a nivel corporativo.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general.**

Realizar una evaluación del procedimiento operacional para perforar sección conductora para pozos exploratorios en el campo libertador del oriente ecuatoriano.

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

- Diseñar el ensamblaje de fondo para perforar sección conductora en los pozos.
- Analizar los límites de la operación.
- Establecer los diferentes flujogramas de los procesos operacionales.

## **1.6. ALCANCE**

El alcance de este trabajo es el de analizar los procesos operacionales para perforar sección conductora, Este procedimiento solo debe ser utilizado para perforar el hoyo conductor entre 36” y 20” en pozos exploratorios, delineadores, avanzada, desarrollo, inyectoros y térmicos ubicados en las diferentes áreas operativas de la corporación, bajo condiciones normales de operación.

## **1.7. VARIABLES**

### **1.7.1. Variable dependiente.**

- Actividad de perforación.
- Equipos.

### **1.7.2. Variable independiente.**

- Procesos operacionales.

## **1.8. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO LIBERTADOR**

### **1.8.1. Ubicación del campo.**

En 1982, CEPE (ahora Petroproducción) encontró petróleo en el campo Libertador en Ecuador. Se estima que hay 1.28 billones de barriles de petróleo en este lugar, principalmente en las rocas U e T Inferiores de la Formación Napo. También hay algo en las rocas U y T Superiores, así como en la Base Tena. Hasta diciembre de 2002, en Libertador han sacado de la tierra unos 266 millones de barriles de petróleo. Este petróleo tiene una calidad que va de 22° a 35° API. Estos 266 millones de barriles representan aproximadamente un 20% del total de petróleo que había originalmente en ese lugar, todo gracias a los 98 pozos perforados.

La información obtenida de un estudio sísmico en Libertador en el año 2002 revela que hay una formación geológica en la zona que tiene una forma de colina baja con partes separadas que se juntan en el sur. Esta formación tiene alrededor de 30,000 acres y una

profundidad de 240 pies. La forma en que se muestran los detalles de los terremotos nos dice que hay unas líneas principales hacia el Noroeste y otras más pequeñas hacia el Noreste, que vienen de antes de la época del Cretácico. Estas líneas seguramente influyen en dónde están los depósitos de petróleo y agua subterránea, sobre todo en ciertas áreas específicas.

Los principales lugares donde se guarda petróleo en Libertador son las capas de roca arenisca "T" Inferior y "U" Inferior. Estas capas se formaron cuando el nivel del mar bajó rápidamente durante un período de tiempo corto en la historia de la Tierra, seguido por periodos en los que el nivel del mar subió. La roca "T" y la roca "U" son areniscas hechas de cuarzo con líneas cruzadas y capas paralelas. A medida que subimos en la capa de roca, vemos más arcilla, glauconita, movimiento de organismos y cemento de calcio, indicando un cambio en el ambiente de cómo se formó la roca, desde un río hacia el mar poco profundo. La Basal Tena también guarda petróleo, pero no tanto como las capas principales. A través del estudio de la composición de los sedimentos en el interior de los núcleos, se pudo entender cómo se formó el lugar donde se depositaron y así crear un mapa de las diferentes capas, que nos ayuda a simular cómo se encuentran los depósitos de agua o petróleo (Rivadeneira y Baby, 1998).

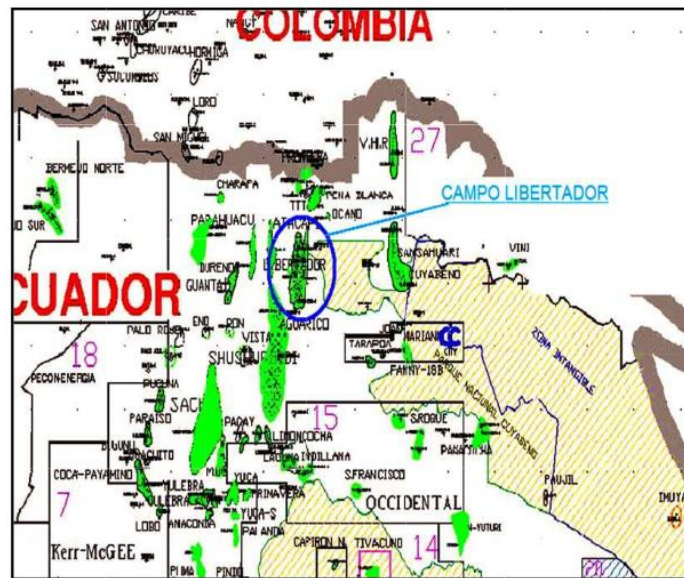


Figura. - 1. Ubicación del campo Libertador - Elaborado por Santiago Cáceres y Oswaldo Cáceres (Petro producción)

### 1.8.2. Estructura del campo.

El campo libertador tiene forma de cajón y está dividido en cuatro partes en dos ejes norte-sur. En el lado este están Pacayacu y Shuara, y en el lado oeste están Sushuqui y Secoya. Estas se fusionan hacia el sur para formar el periclinal Pichincha-Carabobo. Mide como 21 kilómetros de largo y entre 6 y 6.5 kilómetros de ancho. El árbol más alto es el secoya con un máximo de 240 pies. El shushuqui tiene 180 pies de alto, el shuara 200 pies y el pacayacu 140 pies. El lado este está marcado por una grieta que se mueve hacia un lado, junto con otras grietas en dirección diagonal que afectan las formaciones del área.

Las estructuras en el campo Libertador se formaron en dos etapas: primero en una época antigua y luego en una época más reciente. Se puede ver que los sedimentos se deformaron en ciertos momentos, lo que nos indica que hubo movimiento en la Tierra en esas áreas (Rivadeneira y Baby, 1998).

### 1.8.3. Litología.

La litología de la cuenca oriente del Ecuador se clasifica de la siguiente manera:

- a) **Área libertador.** En el Anexo 1.2 puedes ver la lista de capas de roca en la Cuenca Oriente. Ahí se describe qué tipo de roca hay en cada zona donde se acumula petróleo.
- b) **Arenisca “u” superior.** Las areniscas son rocas con gránulos de cuarzo y muchas huellas de organismos vivos, además de capas de lodo en medio. En la parte de abajo hay una serie que va creciendo poco a poco, y hacia arriba hay una serie que va disminuyendo.
- c) **Arenisca “u” media.** Es una roca delgada hecha de arena con muchas capas y pliegues, que a veces está mezclada con lodo. Los animales que viven en el suelo también pueden hacer agujeros y mover la tierra hacia arriba.

- d) Arenisca "u" inferior.** Corresponde a una arenisca cuarzosa, en partes algo micácea, grano decreciente, limpia, masiva y con estratificación cruzada a la base, laminada al techo.
- e) Arenisca basal tena.** Fue depositada rellenando canales erosionados, de tendencia SE y un ancho entre 140 y 250', definidos sobre la base de información sísmica.
- f) Arenisca "t" superior.** Define areniscas cuarzo-glauconíticas en bancos métricos de grano muy fino, masivas onduladas, con bioturbaciones. Tiene importante presencia de cemento calcáreo.
- g) Arenisca "t" inferior.** Es una roca hecha de arena con granos que van de gruesos a muy finos en capas ordenadas, con líneas diagonales y partes de barro entre ellas. Contiene mucha glauconita, que se encuentra en la parte media y superior del cuerpo "T" de abajo.

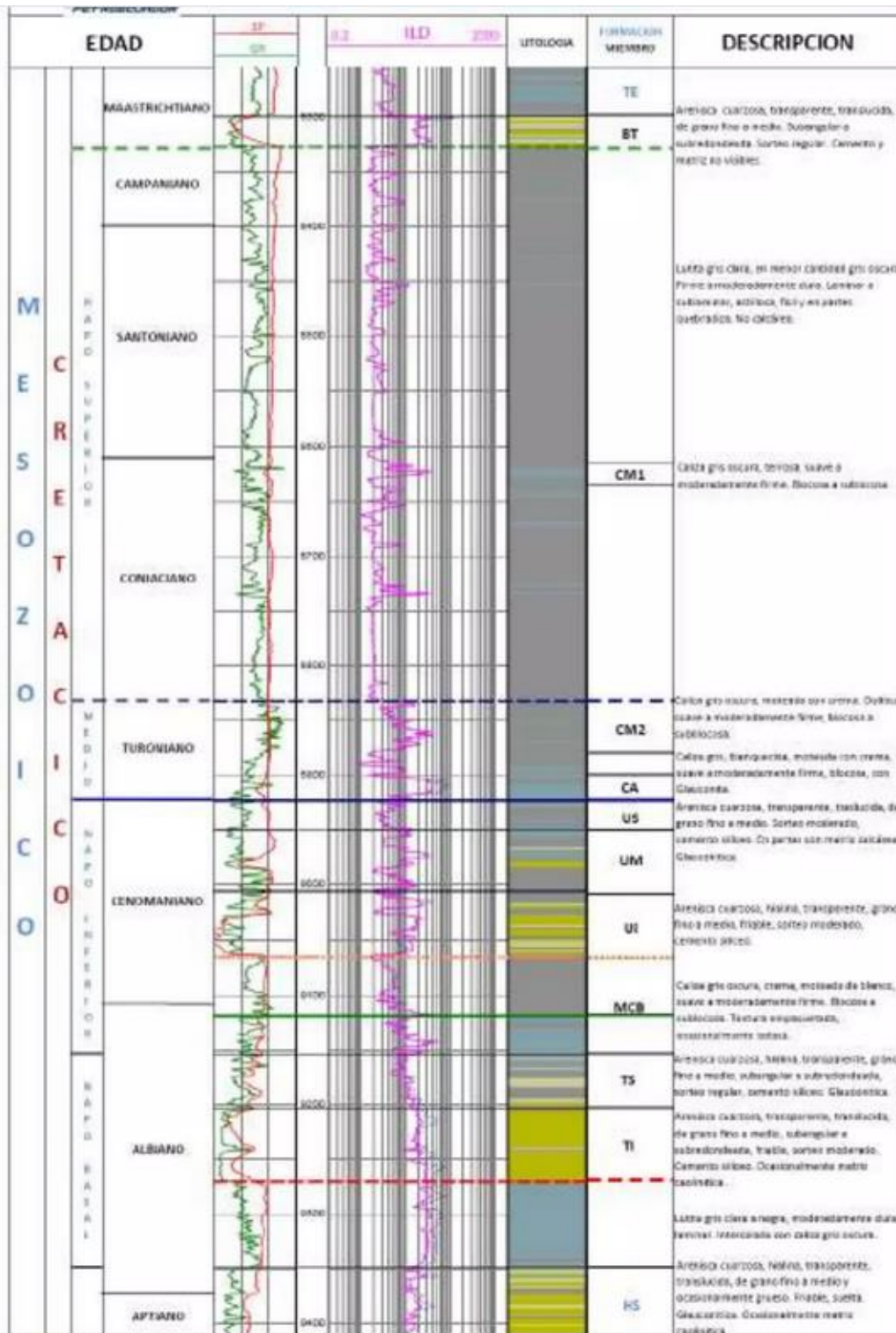


Figura. - 2. Litología del campo Libertador - Fuente: Petroecuador

# CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

## 2.1. GENERALIDADES DE POZOS PETROLEROS

### 2.1.1. Pozo petrolero.

Un pozo petrolero es una estructura que se construye para encontrar petróleo debajo de la tierra. Se hace perforando el suelo a diferentes profundidades con tuberías de distintos tamaños para evitar que haya fugas de petróleo. Los pozos petroleros se clasifican en diferentes tipos dependiendo de para qué se usan, cómo se usan, la forma en que se perforan y dónde se encuentran. Esta clasificación ayuda a los ingenieros a saber cómo trabajar en cada tipo de pozo. Cuando encuentras un pozo que cumple con lo que buscas, debes hacer un estudio para determinar su profundidad y ubicación.

Después, debemos ver cómo funciona, si es para sacar petróleo, meterlo en un pozo, almacenarlo o para aliviar la presión; después, ver en qué dirección va, si sube derecho, se va hacia un lado, horizontal, tiene muchas direcciones o llega lejos. Por último, hay que saber dónde está el pozo: en la tierra, en el mar cerca de la costa o en aguas profundas, o en un lago. Para hacer un pozo hay que decidir cómo se va a hacer. Hay tres tipos: para explorar, evaluar o desarrollar.

La ingeniería de pozos exploratorios es la encargada de perforar los primeros pozos en un proyecto para buscar petróleo. Su principal objetivo es encontrar reservas de petróleo. Para obtener mucha información gastando menos dinero, es importante usar los datos de las rocas, los núcleos y los registros geológicos.

Un pozo de evaluación se realiza para saber qué tan grande es un campo y qué propiedades tiene. Se hace entre la exploración y la producción. Se refiere a cómo se va a extraer el petróleo de la zona y cuáles van a ser los métodos más utilizados para hacerlo. También se estudia la tierra en la zona para saber más sobre ella. Se revisa la forma de hacer los pozos para que no causen mucho daño al lugar donde se

extrae el petróleo. Por último, el pozo en desarrollo es aquel que se encarga de empezar a extraer petróleo o gas de un campo, enfocándose en producir más que en recopilar información (Hocal Pipe, 2020).

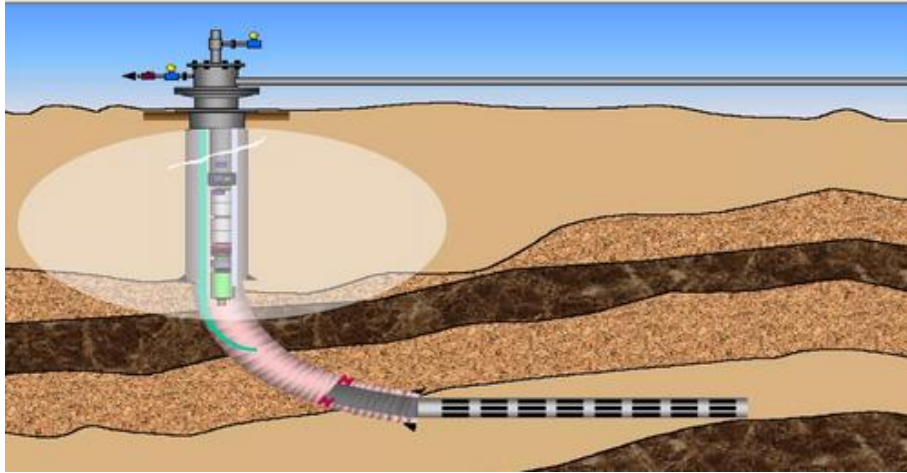


Figura. - 3. Ilustración de un pozo petrolero (Magnus, 2014a)

### 2.1.2. Tipos de pozos.

El tipo de pozo depende principalmente del propósito de la perforación con lo cual básicamente solo existen 3 tipos de pozos los cuales son (Vázquez Dols, 2017):

- Exploratorios
- Evaluación
- Desarrollo

*a) Pozos Exploratorios.* Los pozos exploratorios son los primeros pozos que se hacen en un proyecto para buscar y encontrar recursos como petróleo o gas. El propósito principal de estos pozos es averiguar si hay petróleo o gas. La finalidad de estos pozos es recolectar información geológica para estudiarla. En resumen, los pozos exploratorios se utilizan para obtener mucha información sin gastar mucho dinero.

*b) Pozos de Evaluación.* Un pozo de evaluación se hace para saber qué tan grande es un campo de petróleo, cuáles son las características del yacimiento y cómo se



van a producir la mayoría de los pozos. Es una etapa entre buscar y extraer petróleo. Una vez que sepamos más sobre la tierra en esta zona, podremos hacer los agujeros de los pozos de petróleo de manera más eficiente para no dañar tanto la reserva. Estos agujeros ayudan a los geólogos y ingenieros a predecir cuánto petróleo o gas podrán sacar de un lugar durante mucho tiempo.

c) **Pozos de Desarrollo.** El objetivo principal de estos pozos es sacar petróleo del campo, antes que obtener información. Hay varios tipos de pozos de desarrollo (Vázquez Dols, 2017):

- **Pozos de producción:** Son los más numerosos, el objetivo es optimizar la productividad del pozo.
- **Pozos de inyección:** Estos pozos son menos en cantidad, pero son muy necesarios para extraer petróleo del lugar. Algunos pozos se usan para mantener la presión en el yacimiento y otros para sacar líquidos que no son necesarios.
- **Pozos de observación:** Se utilizan para medir y controlar diferentes aspectos de un sitio de extracción de recursos. A veces, cuando se excavan pozos pero no se pueden utilizar para extraer o inyectar sustancias, se usan como puntos de observación.

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE POZOS

### 2.2.1. Pozos verticales.

Un pozo vertical es como hacer un agujero en la tierra para llegar hasta donde hay petróleo o gas natural escondido debajo de la superficie. Perforar pozos verticales es una forma antigua de sacar petróleo, diferente a la manera más nueva de hacerlo que es la perforación direccional (Escobar et al., 2013)

a) **Funcionamiento de los pozos verticales.** Los pozos verticales se construyen para extraer recursos de un reservorio subterráneo que está debajo de la superficie, apuntando hacia abajo desde un pozo en la tierra. Antes, la única forma de hacer pozos era cavando hacia abajo porque no teníamos la tecnología para perforar en otras direcciones.

**b) Ventaja de un pozo vertical.** Su mayor ventaja es que es fácil de usar, lo que puede ayudar a ahorrar dinero en equipos y trabajadores, y también a disminuir el tiempo necesario para obtener las reservas disponibles. En ocasiones, los pozos que van hacia abajo no son muy efectivos. Si una empresa quiere extraer petróleo de un depósito grande bajo tierra, necesita hacer varios pozos verticales para llegar al petróleo de forma fácil y eficiente. En casos así, usar técnicas de perforación direccional puede ser más económico. Se trata de hacer un pozo que primero vaya hacia abajo y luego se extienda en horizontal o en diagonal para llegar a otras partes del yacimiento. Así se podría sacar todo el petróleo de un lugar profundo usando solo un pozo vertical.

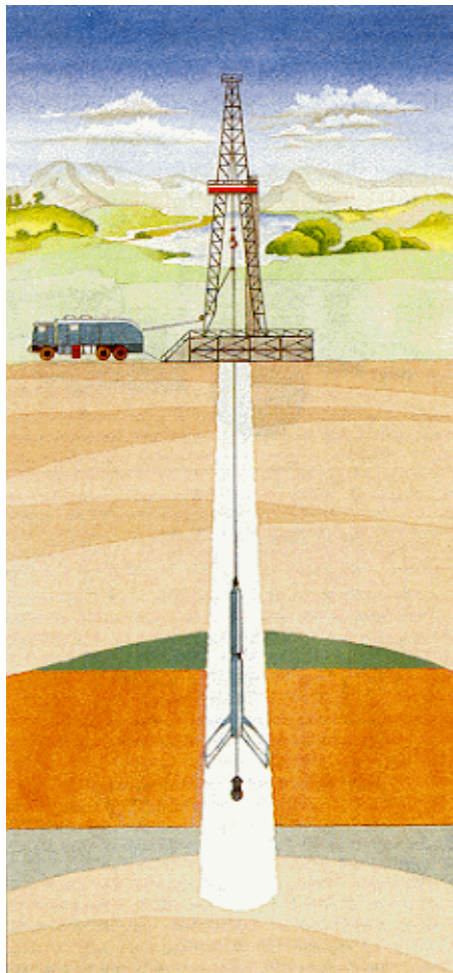


Figura. - 4. Pozo vertical - (Gustato, 2017).

### 2.2.2. Pozo horizontal.

Los pozos horizontales son como túneles inclinados que van de lado a lado en lugar de ir directo hacia abajo.

Los pozos horizontales son pozos que van en una dirección más inclinada que recta hacia abajo. Se utilizan para sacar más petróleo, porque al poner una parte larga del pozo en la zona donde está el petróleo, se puede sacar más. Esto se debe a que se tiene más superficie en contacto con el petróleo, lo que permite sacar más de él (Madrid, 2024).

Un pozo horizontal es un tipo de pozo que se puede mover hacia los lados mientras se perfora, a diferencia de los pozos verticales que van de arriba abajo. Para poder girar un vehículo, se utilizan herramientas como los motores de dirección y los sistemas de control direccional. La forma final se parece a una "L", con un agujero que va primero hacia abajo y luego se extiende de manera horizontal a través de la capa de roca que queremos alcanzar.

**a) Características de los Pozos Horizontales.** La configuración física de los pozos horizontales se define por una serie de características cruciales que distinguen esta técnica avanzada en la extracción de hidrocarburos. Abordemos detalladamente las características físicas fundamentales de los pozos horizontales desde un enfoque técnico (Madrid, 2024):

- **Ángulo de Desviación:** Los pozos horizontales son perforaciones que se hacen en ángulo para poder atravesar capas de roca en horizontal. Este ángulo está bien pensado para que el yacimiento de petróleo o gas natural reciba la mejor exposición posible.
- **Longitud de la Sección Horizontal:** Una cosa que destaca es una especie de rama que sale de un agujero hacia un lado. La rama horizontal puede ser larga o corta dependiendo del tipo de suelo y de lo que quieren sacar de ahí.
- **Diámetro del Pozo:** El agujero horizontal tiene el mismo ancho que los agujeros verticales, pero las herramientas de perforación se ajustan para mantener ese ancho en toda la perforación.
- **Tecnologías de Control Direccional:** Para mantener el camino recto en la perforación de pozos, se necesita usar tecnología especial como motores que van en la parte de abajo y herramientas que miden la inclinación. Los sistemas de GPS y la tecnología de medición de pozos ayudan a controlar y ajustar la perforación en tiempo real.

- **Revestimiento y Compleción:** Se usan cubiertas especiales para proteger el pozo y evitar que se dañe, y también para evitar problemas con la tierra. En la fase de completación, es muy importante instalar tuberías y sistemas para controlar los líquidos, así se mejora la producción.
- **Control de Presión y Perfil de Producción:** Se utilizan dispositivos para regular la presión y mejorar la producción de petróleo y gas de forma eficiente. Se planea cómo producir petróleo en un lugar tomando en cuenta qué tan bueno es el suelo, para hacerlo de manera eficiente y escogiendo lo mejor.
- **Distribución de Perforaciones Laterales:** A veces, se hacen agujeros en diferentes direcciones desde un solo agujero en el suelo, para aprovechar al máximo las capas de la tierra. Esos agujeros se llaman pozos multilaterales (ver Figura 5).
- **Sensores y Monitoreo Continuo:** Los sensores en la máquina de perforar nos dan información al instante sobre la tierra donde estamos cavando y cómo va avanzando el pozo. Es importante estar siempre atento y revisar constantemente la dirección en la que se está perforando para asegurarse de que todo salga bien.

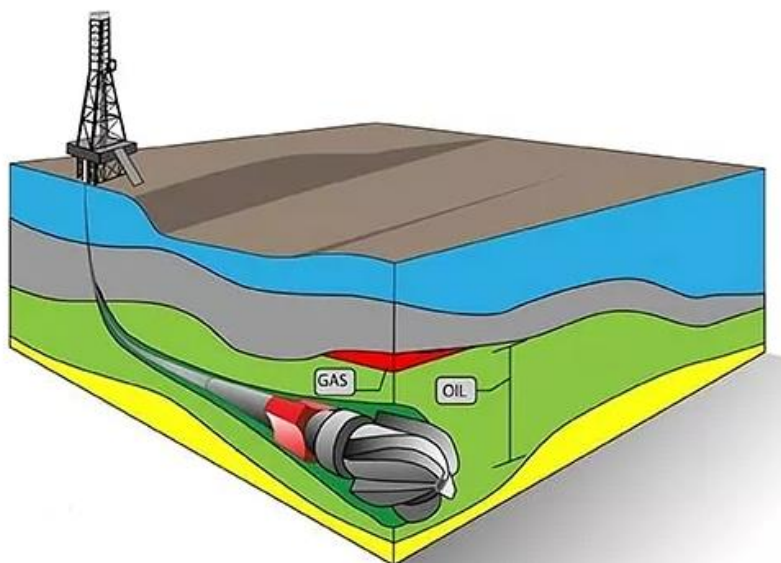


Figura. - 5. Pozo Horizontal - (Madrid, 2024).

## **2.3. PROCESO DE PERFORACION DE UN POZO EXPLORATORIO**

Cuando queremos encontrar nuevas formas de energía, es muy importante perforar pozos para buscarla. Perforar un pozo para buscar petróleo o gas es un trabajo difícil y largo, pero es necesario para saber si el lugar tiene la posibilidad de tener energía. Durante la perforación, hay muchas cosas importantes a considerar, como el tipo de rocas que hay, el equipo usado y la habilidad del equipo que trabaja en la perforación. En esta parte, veremos cómo se hace la perforación de un pozo para buscar algo y hablaremos de los problemas que tienen los que trabajan en esto.

### **2.3.1. Planificación y preparación.**

Antes de empezar a perforar, hay que planificar y prepararse bien. Esto significa buscar lugares donde perforar, estudiar las rocas que hay en esa zona y conseguir los permisos necesarios. Después de encontrar un lugar para perforar, el equipo debe decidir dónde poner la plataforma para empezar a perforar. Esto significa que hay que quitar los árboles u otros objetos que estén en el camino y arreglar el terreno para que la base de la plataforma esté firme.

### **2.3.2. Perforar el pozo.**

Después de dejar todo listo en el lugar, se puede empezar a hacer agujeros. Normalmente, para hacer un agujero en la tierra, se usa una máquina que perfora con una broca larga en un palo. Cuando la broca gira, corta las rocas y forma un agujero. Luego se coloca una carcasa de acero para que el agujero no se desplome. El grupo que hace los agujeros en la tierra tiene que estar atento todo el tiempo al proceso para asegurarse de que el agujero se esté haciendo en el lugar indicado y a la profundidad correcta.

### **2.3.3. Registro y prueba.**

A medida que se hace un pozo, se usan técnicas especiales para saber qué tipo de rocas hay y si hay petróleo o gas dentro de ellas. Esto significa poner aparatos en el pozo

para medir la temperatura, la presión y cómo son las rocas. Estos datos se usan para saber si el pozo puede dar petróleo o gas y ser rentable.

#### **2.3.4. Completar el pozo.**

Después de hacer el agujero en la tierra y comprobar que hay petróleo o gas, se tiene que terminar de preparar el pozo para empezar a sacar el petróleo o gas de ahí. Normalmente, esto significa poner aparatos como bombas, válvulas y tanques en el lugar de producción, y también conectar el pozo a tuberías u otros sistemas para llevar el producto a otro lugar. Cuando el pozo esté listo, va a empezar a sacar petróleo o gas, que es una fuente de energía importante para todo el mundo.

### **2.4. Proceso operacional de un pozo**

El proceso operacional de un pozo petrolero es un conjunto de actividades complejas y altamente técnicas que van desde la exploración inicial hasta la extracción y procesamiento del petróleo. A continuación, te presento una visión general simplificada de este proceso (Cedeño, 2012):

#### **2.4.1. Exploración y Descubrimiento.**

- **Recolección de datos:** Se utilizan diversas técnicas geofísicas (sísmicas, gravimétricas, magnéticas) para analizar la estructura del subsuelo y localizar posibles yacimientos de hidrocarburos.
- **Perforación exploratoria:** Una vez identificada una zona prometedora, se perfora un pozo para confirmar la presencia de petróleo o gas y determinar sus características.

#### **2.4.2. Perforación del Pozo.**

- **Construcción del pozo:** Se utiliza una torre de perforación y una sarta de perforación para penetrar la tierra y alcanzar la formación productora.

- **Revestimiento y cementación:** Se colocan tuberías de revestimiento y se inyecta cemento para estabilizar las paredes del pozo y evitar el flujo de fluidos entre diferentes formaciones.

### 2.4.3. Completación del Pozo.

- **Perforación del revestimiento:** Se perforan orificios en el revestimiento para permitir el flujo de hidrocarburos desde la formación hacia el pozo.
- **Colocación de paquetes productores:** Se instalan equipos y herramientas especiales (como bombas sumergibles, válvulas) para facilitar la extracción de petróleo y gas.

### 2.4.4. Producción.

- **Flujo natural:** En algunos casos, el petróleo y el gas fluyen naturalmente hacia la superficie debido a la presión del yacimiento.
- **Métodos artificiales:** Cuando la presión natural disminuye, se utilizan métodos artificiales como el bombeo mecánico o la inyección de fluidos para mantener la producción.

### 2.4.5. Separación y Tratamiento.

- **Separación:** En la superficie, el petróleo, el gas y el agua producidos se separan en tanques de almacenamiento.
- **Tratamiento:** El petróleo crudo se somete a procesos de tratamiento para eliminar impurezas y obtener productos refinados como gasolina, diésel y otros derivados.

### 2.4.6. Transporte y Comercialización.

- **Transporte:** El petróleo crudo se transporta a través de oleoductos o buques tanque hasta las refinerías.
- **Comercialización:** Los productos refinados se comercializan en el mercado nacional o internacional.

## 2.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE UN POZO

- **Propiedades del yacimiento:** Porosidad, permeabilidad, espesor de la formación, contenido de hidrocarburos.
- **Métodos de recuperación:** Técnicas utilizadas para extraer el petróleo, como la recuperación primaria, secundaria y terciaria.
- **Precio del petróleo:** Los cambios en el precio del petróleo afectan la viabilidad económica de la producción.
- **Regulaciones ambientales:** Las normas ambientales imponen restricciones a las operaciones de perforación y producción.

### Desafíos en la Operación de Pozos Petroleros

- **Agotamiento del yacimiento:** La producción disminuye con el tiempo.
- **Problemas mecánicos:** Falla de equipos, corrosión, obstrucciones.
- **Variaciones en la presión y temperatura:** Pueden afectar la producción y la integridad del pozo.
- **Impacto ambiental:** La industria petrolera debe minimizar su huella ambiental.



# **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

## **3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1.1. Tipo de investigación.**

En este trabajo vamos a estudiar cómo se perforan los pozos en un campo de petróleo en Ecuador, usando libros y análisis para entender bien los procesos que se usan. El campo está en el Noreste de la Cueca Oriente.

La investigación bibliográfica es cuando buscamos información en libros u otros documentos para aprender de forma organizada. El objetivo es analizar y entender los textos más importantes sobre un tema específico. Este tipo de investigación es muy importante cuando estás investigando algo, ya sea con números o descripciones, porque la información de libros y otros documentos es fundamental (Salas Ocampo, 2008).

La investigación analítica es cuando buscamos respuestas a problemas científicos de manera intencionada. El método analítico consiste en dividir un problema en partes más pequeñas para poder entenderlo mejor (Fraino, 2015).

### **3.1.2. Recopilación de información.**

La metodología presentada es de tipo bibliográfica, se realizará una evaluación de las operaciones dentro del campo para poder comprender dichos procesos que fueron aplicados en los pozos de estudio.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en los pozos en el Campo Libertador de la Cueca Oriente con la información obtenida mediante los reportes diarios de

perforación de los respectivos pozos. Es decir que los datos técnicos e información serán manejados de manera confidencial lo cual son establecidos por la propia empresa.

- a) **Población y muestra.** El trabajo tiene como población los pozos perforados dentro del campo, y como muestra se consideró los pozos exploratorios que están dentro del mismo.
- b) **Técnicas de recolección de datos.** Procesamiento de la información, recopilación bibliográfica, análisis de variables, comparación mediante cuadros comparativos de los parámetros químicos, reológicos y litológicos del campo y del fluido de perforación.

### 3.2. ENSAMBLAJE DE POZO

El conjunto de fondo de pozo (BHA) es una parte de la herramienta de perforación que va justo después de la broca y antes de la tubería de perforación. El collar de perforación es la parte más importante del BHA. Por lo tanto, esto afecta mucho cómo funciona la broca. Otros accesorios que forman parte de BHA incluyen estabilizadores, frascos, brocas, camarones, amortiguadores, extensores de agujeros y diferentes tipos de herramientas adicionales, como las que se muestran en la Figura-1. Además de estas partes importantes, el BHA incluye un motor en el fondo del pozo, un equipo rotativo para dirigir la perforación y herramientas para medir mientras se perfora. Algunas personas consideran que la broca forma parte del conjunto de herramientas que se utilizan en la perforación. Cuelga del tubo de la máquina que perfora y ayuda a que la punta pueda abrirse paso en la roca.

Las funciones del BHA son i) proteger la tubería de perforación en la sarta de perforación de perforación de cargas excesivas de flexión y torsión, ii) controlar la dirección e inclinación de los orificios direccionales, iii) perforar más orificios verticales y rectos, iv) el peso de los agujeros, patas de perro, asientos de cuña y bridas, v) asegurar que la carcasa pueda colocarse en el pozo, vi) reducir la perforación brusca (vibraciones del equipo (tubo de perforación y sarta de perforación) y xi servir) y xi) servir como herramienta para pescar, pruebas y operaciones (Perfoblogger, 2020)

### **3.2.1. Factores del ensamblaje de fondo.**

El BHA es una parte importante de la herramienta de perforación que aguanta muchos tipos de fuerzas mientras se perfora un pozo, como la presión, el desgaste y la corrosión. Cuando se está perforando, las fuerzas que actúan pueden traer problemas como atascos, fuerzas que dificultan girar la herramienta, inclinaciones, fuerzas hacia los lados y bloqueos. Antes de comenzar a trabajar en el campo, es importante calcular las fuerzas laterales, el torque y el arrastre que actúan sobre las herramientas de perforación en el fondo del pozo. Esto nos ayudará a tener un mejor desempeño de todo el equipo durante las operaciones (Gallegos Mazza, 2013)

- Fatiga en tubería de perforación.
- Torque y arrastre.
- Fuerzas laterales.
- Tensión.
- Pandeo.
- Rigidez.
- Peso.

### **3.3. DISEÑO DE UN BHA**

Al planificar la perforación de un pozo, es importante considerar el tipo de herramienta utilizada para realizar la deflexión. Aunque hay una serie de herramientas que pueden utilizar para crear un recorrido de pozo, en este caso predominar los motores del fondo de pozo accionados por lodo de perforación, ya que son las herramientas tradicionales utilizadas en el campo.

Para hacer un BHA bueno, hay que ver cómo responde a cambios en cosas como el peso sobre la broca, el ángulo del pozo, cómo están los estabilizadores y cómo se ve la formación del suelo. También es importante saber cuánto se puede girar cada BHA sin dañarlo. También hay que calcular las fuerzas que actúan dentro y fuera de la herramienta de perforación. En ciertas ocasiones, la curvatura del hoyo puede causar problemas de cansancio o carga excesiva en el cuerpo.

La mayoría de modelos de predicción de comportamiento del ensamblaje se basan en que el efecto del control de la trayectoria direccional se consigue cuando las fuerzas que se apliquen en la broca permitan perforar en la dirección deseada.

Comúnmente, dos tipos de modelos son usados:

- a) *Equilibrium (Curvatura constante del hoyo)*.** Este modelo se usa cuando todas las fuerzas dentro de un agujero están equilibradas, lo que permite que se flexione correctamente y que las diferentes partes funcionen juntas de forma adecuada. Propone poner peso en el equipo de perforación: sobre la punta de la broca, la flotabilidad, el peso de los tubos y además las fuerzas laterales por las diferencias en las capas de roca. Al ser un modelo básico, no tenemos en cuenta cómo se mueve o rota el taladro, ni cómo se ensambla en el suelo. El análisis solo muestra cómo la broca y las rocas interactúan en general, sin muchos detalles.
- b) *Drill-ahead models (Larson and Azar)*.** Se estudia cómo varía y en qué dirección va la trayectoria de algo, teniendo en cuenta las fuerzas en la parte que perfora y otros factores que hacen que no sea igual en todas direcciones. Cuando una broca es anisotrópica, significa que no es igual de fácil perforar en todas las direcciones. Esto quiere decir que la facilidad de perforación puede cambiar dependiendo de la dirección en la que se esté perforando, incluso si se está aplicando la misma fuerza. En relación con la anisotropía de las formaciones, se identifica la dirección en la que resulta más fácil perforar una formación. Piensa en las fuerzas que se producen cuando algo gira o se mueve en círculos. Según la teoría de Lubinski, es más fácil perforar las formaciones de manera vertical que horizontal. Según Rollins, las capas de roca con forma de láminas se rompen en ángulo recto, lo que crea menos obstáculos para la broca. Murphey y Cheatham dijeron que cuando se taladra con una broca, la parte de abajo que es más dura soporta la mayor parte del peso y del esfuerzo. Después, el collar se mueve hacia el otro lado del agujero y guía a la broca en esa dirección. (Juárez et al., 2016)

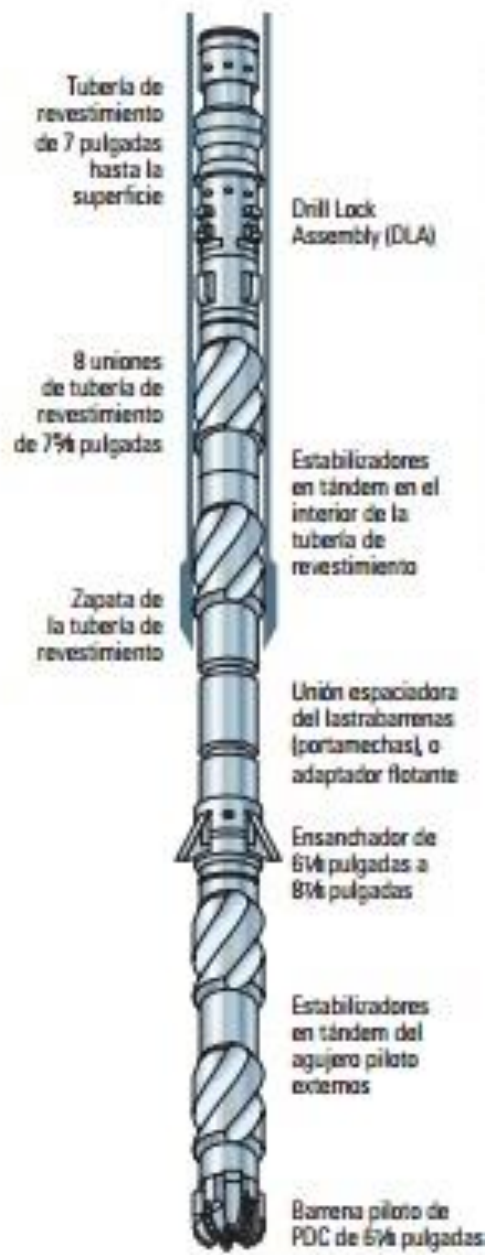


Figura. - 6. Diseño de un BHA - (Juárez et al., 2016).

### 3.3.1. Componentes del BHA.

Entre los principales componentes de un BHA tenemos (Studocu, 2022):

- a) **Broca tricónica:** La broca tricónica de 6 1/8" es una herramienta con tres partes que corta con dientes muy duros. Se usa en una herramienta de limpieza para hacer agujeros y limpiar pozos de petróleo, dando fuerza y durabilidad. Este equipo puede cortar tubos de hasta 6 pulgadas de ancho y se puede usar con boquillas de alta presión para limpiar el pozo.
- b) **Bit sub 3 1/2 “.** El Bit Sub 3 1/2" el BHA de limpieza de pozos petroleros necesita tener este componente para funcionar correctamente. Se usa para unir la tubería larga con la punta giratoria que se usa para hacer agujeros en la tierra. Su trabajo principal es asegurarse de que la energía y la fuerza se transmitan de manera adecuada durante la perforación y mantener la conexión estable. También se pueden usar boquillas de chorro para echar líquidos y limpiar el pozo.
- c) **Canasta 7”.** La canasta sirve para atrapar la suciedad y los desechos que se encuentran en el fondo del pozo. Ayuda a que no se esparzan basuras mientras se limpia, así se limpia más rápido y mejor.
- d) **Scraper 7”.** El scraper es una herramienta que se usa para limpiar un pozo de petróleo. Su trabajo es limpiar las paredes dentro del pozo al raspar y quitar la suciedad y los residuos que se acumulan. Se puede activar tocándolo directamente o con agua a presión. Queremos que el pozo se mantenga limpio y funcione mejor.
- e) **Magneto.** El magneto es como una aspiradora que ayuda a limpiar un pozo petrolero atrapando pedacitos de metal como el hierro o acero. Es muy importante para mantener el pozo en buen estado. Esta herramienta utiliza imanes para evitar que el equipo de perforación se dañe o se obstruya al limpiar el pozo, lo que hace que el trabajo sea más eficiente y seguro.
- f) **Cepillo.** Herramienta usada en la limpieza de un pozo de petróleo que ayuda a eliminar suciedad y residuos pegados en las paredes internas. El cepillo tiene

cerdas fuertes que giran y rozan las paredes para limpiarlas bien. Quieren hacer que el pozo funcione mejor quitando todo lo que lo obstruye y lo hace funcionar mal.

- g) X/Over.** El X/Over es una pieza que sirve para unir y cambiar herramientas en el fondo de un pozo de petróleo durante la limpieza. Es como un adaptador que ayuda a conectarse mejor. Su objetivo principal es facilitar el paso sin problemas y eficiente entre las diferentes partes de la herramienta de perforación durante la tarea de limpieza. Esto hace que limpiar un pozo sea más rápido y seguro porque se pueden cambiar las herramientas de forma fácil.

### **3.4. PROCESO OPERACIONAL DE POZOS**

Las operaciones de pozo abarcan un conjunto complejo de actividades que se llevan a cabo desde la perforación inicial hasta el abandono final de un pozo petrolero o de gas. Cada etapa implica una serie de tareas específicas y requiere de equipos especializados. A continuación, te presento un desglose general de las principales partes de estas operaciones:

#### **1. Perforación**

- **Diseño del pozo:** Se determina la ubicación, profundidad, trayectoria y diámetro del pozo.
- **Construcción del pozo:** Se utilizan equipos de perforación para penetrar las diferentes capas de la tierra y alcanzar la formación productora.
- **Instalación de revestimientos:** Se colocan tubos de acero para evitar el colapso del pozo y aislar las diferentes formaciones.

#### **2. Completación**

- **Evaluación de la formación:** Se realizan pruebas para determinar las propiedades de la formación productora y el potencial de producción.
- **Instalación de producción:** Se colocan tuberías de producción, válvulas y otros equipos necesarios para extraer los hidrocarburos.
- **Fracturamiento hidráulico (fracking):** En algunos casos, se utiliza esta técnica para estimular la producción de pozos de baja permeabilidad.

### 3. Producción

- **Extracción de hidrocarburos:** Se utilizan bombas o la presión natural del yacimiento para extraer petróleo o gas.
- **Separación de fluidos:** Los hidrocarburos se separan del agua y otros componentes.
- **Tratamiento de fluidos:** Los fluidos producidos se tratan para eliminar impurezas y cumplir con las normas ambientales.

### 4. Mantenimiento

- **Inspección regular:** Se realizan inspecciones periódicas para detectar problemas y evaluar el rendimiento del pozo.
- **Reparación y reemplazo de equipos:** Se reparan o reemplazan componentes dañados o desgastados.
- **Estimulación:** Se pueden realizar tratamientos químicos o físicos para mejorar la producción del pozo.

### 5. Abandono

- **Desmantelamiento:** Se retiran los equipos de producción y se sellan los pozos.
- **Restauración ambiental:** Se restauran las áreas afectadas por las operaciones de perforación y producción.

#### Otras Actividades Relevantes

- **Workover:** Conjunto de operaciones realizadas en un pozo para restaurar o mejorar su producción.
- **Sidetracking:** Perforación de un nuevo pozo a partir de un pozo existente.
- **Plugging:** Cierre de una zona específica del pozo para aislarla.

#### Factores que influyen en las operaciones de pozo:

- **Tipo de yacimiento:** La geología del yacimiento determina las técnicas y equipos a utilizar.
- **Condiciones de superficie:** El terreno, el clima y la infraestructura influyen en la logística de las operaciones.
- **Regulaciones ambientales:** Las normas ambientales imponen restricciones a las operaciones.
- **Precio de los hidrocarburos:** Los precios del petróleo y el gas afectan la rentabilidad de las operaciones.



### 3.5. PARÁMETROS PARA EVALUAR UN PROCESO OPERACIONAL DE UN POZO

La evaluación de un proceso operacional de un pozo es fundamental para garantizar la eficiencia, seguridad y rentabilidad de las operaciones petroleras. A continuación, se presentan los principales parámetros a considerar, junto con imágenes ilustrativas cuando sea pertinente.

#### 1. Producción:

- **Volumen de producción:** Cantidad de hidrocarburos producidos en un período determinado.
- **Composición del fluido:** Proporción de petróleo, gas y agua producidos.
- **Relación gas-aceite (RGA):** Volumen de gas producido por cada volumen de petróleo.
- **Corte de agua:** Porcentaje de agua en la producción total.

#### 2. Presión:

- **Presión de fondo de pozo (PBF):** Presión en el fondo del pozo.
- **Presión de tubería:** Presión dentro de la tubería de producción.
- **Presión de inyección:** Presión aplicada para inyectar fluidos en el pozo (en pozos de inyección).

#### 3. Temperatura:

- **Temperatura de fondo de pozo:** Temperatura en el fondo del pozo.
- **Temperatura de tubería:** Temperatura dentro de la tubería de producción.

#### 4. Caudal:

- **Caudal de producción:** Volumen de fluido producido por unidad de tiempo.
- **Caudal de inyección:** Volumen de fluido inyectado por unidad de tiempo.

#### 5. Energía:

- **Consumo de energía:** Energía requerida para operar el equipo de producción.

- **Eficiencia energética:** Relación entre la energía producida y la energía consumida.

#### 6. Integridad del Pozo:

- **Tasa de producción de agua:** Aumento en el corte de agua a lo largo del tiempo.
- **Tasa de producción de arena:** Presencia de partículas sólidas en la producción.
- **Corrosión:** Deterioro de los equipos debido a la corrosión.
- **Incidencias:** Número y tipo de incidentes ocurridos en el pozo.

#### 7. Costos:

- **Costo de producción:** Costo total asociado a la producción de hidrocarburos.
- **Costo por barril:** Costo de producción por unidad de volumen de petróleo.

#### 8. Factores Geológicos:

- **Permeabilidad:** Capacidad de la formación para permitir el flujo de fluidos.
- **Porosidad:** Volumen de espacio poroso en la roca.
- **Saturación:** Proporción de los poros ocupados por cada fase (petróleo, gas, agua).

#### Herramientas de Evaluación

- **Registros de pozo:** Proporcionan información detallada sobre las características del pozo y la formación.
- **Pruebas de producción:** Permiten evaluar el potencial productivo del pozo y las condiciones del yacimiento.
- **Monitoreo en tiempo real:** Sistemas de medición y control que permiten obtener datos en tiempo real sobre el desempeño del pozo.
- **Software de simulación:** Herramientas que permiten modelar el comportamiento del pozo y realizar análisis de sensibilidad.

#### Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Los KPI son métricas que permiten evaluar el desempeño de un pozo en relación con los objetivos establecidos. Algunos ejemplos de KPI incluyen:

- **Tiempo de actividad:** Porcentaje de tiempo en que el pozo está produciendo.
- **Tasa de éxito de las operaciones:** Porcentaje de operaciones exitosas realizadas en el pozo.
- **Costo por barril de petróleo equivalente (BOE):** Costo total de producción dividido por la cantidad de BOE producidos.

# CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 4.1. DISEÑO DEL ENSAMBLAJE DE FONDO PARA PERFORAR SECCION CONDUCTORA

A continuación, se presenta el diseño del BHA para perforar la sección conductora de un pozo direccional tipo “s” desarrollo en el campo.

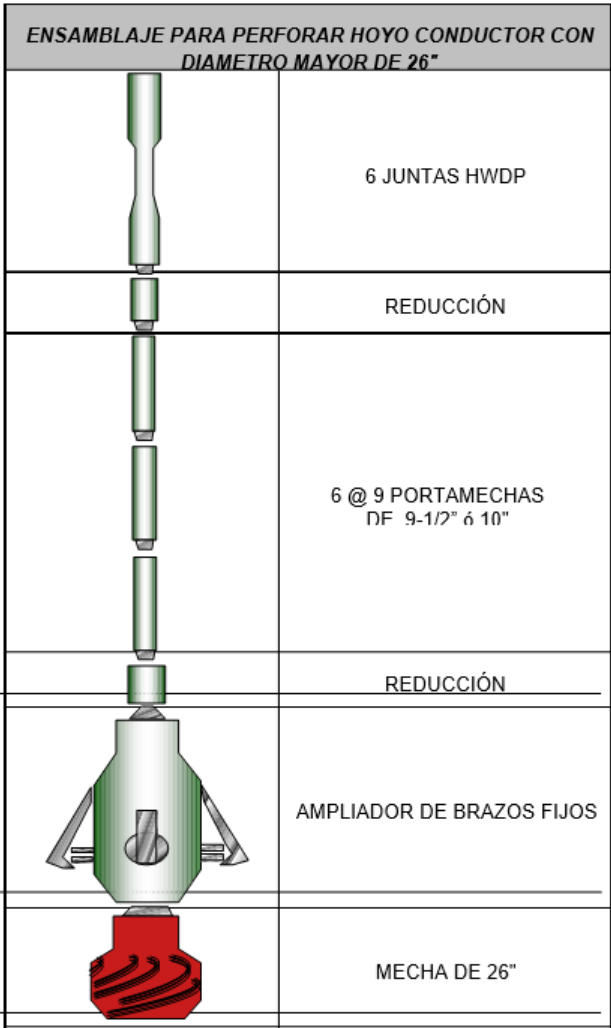


Figura. - 7. Diseño del ensamblaje de fondo (Petroecuador ,2024)

## 4.2. LÍMITES DE LA OPERACIÓN

Dentro de ellos tenemos los siguientes parámetros

**Tabla 1. Parámetros empleados en la perforación**

PARÁMETROS	MÁXIMO	MÍNIMO
Factor de seguridad respecto a la presión nominal:		
- del arreglo de vir's	0.80	0.80
- de las tuberías	0.70	0.70
Presión circulante a favor de la columna hidrostática a nivel de la mecha.	90 % de la de fractura	Presión 10 % sobre la Presión de poro
Tasa de penetración (PPH)	60	-
Rotación de la mecha (RPM)	150	50
Tasa de bombeo (GPM)	600	200
Volumen de píldora viscosa antes de cada conexión (Barriles)	20	10
Viscosidad de embudo de la píldora viscosa antes de cada conexión (sg/qt)	140	60
Angulo de Inclinación del hoyo respecto a la vertical (Grados)	2 1/2	0

### 4.3. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO OPERACIONAL

Flujograma que establecen requerimientos de materiales, herramientas y equipos

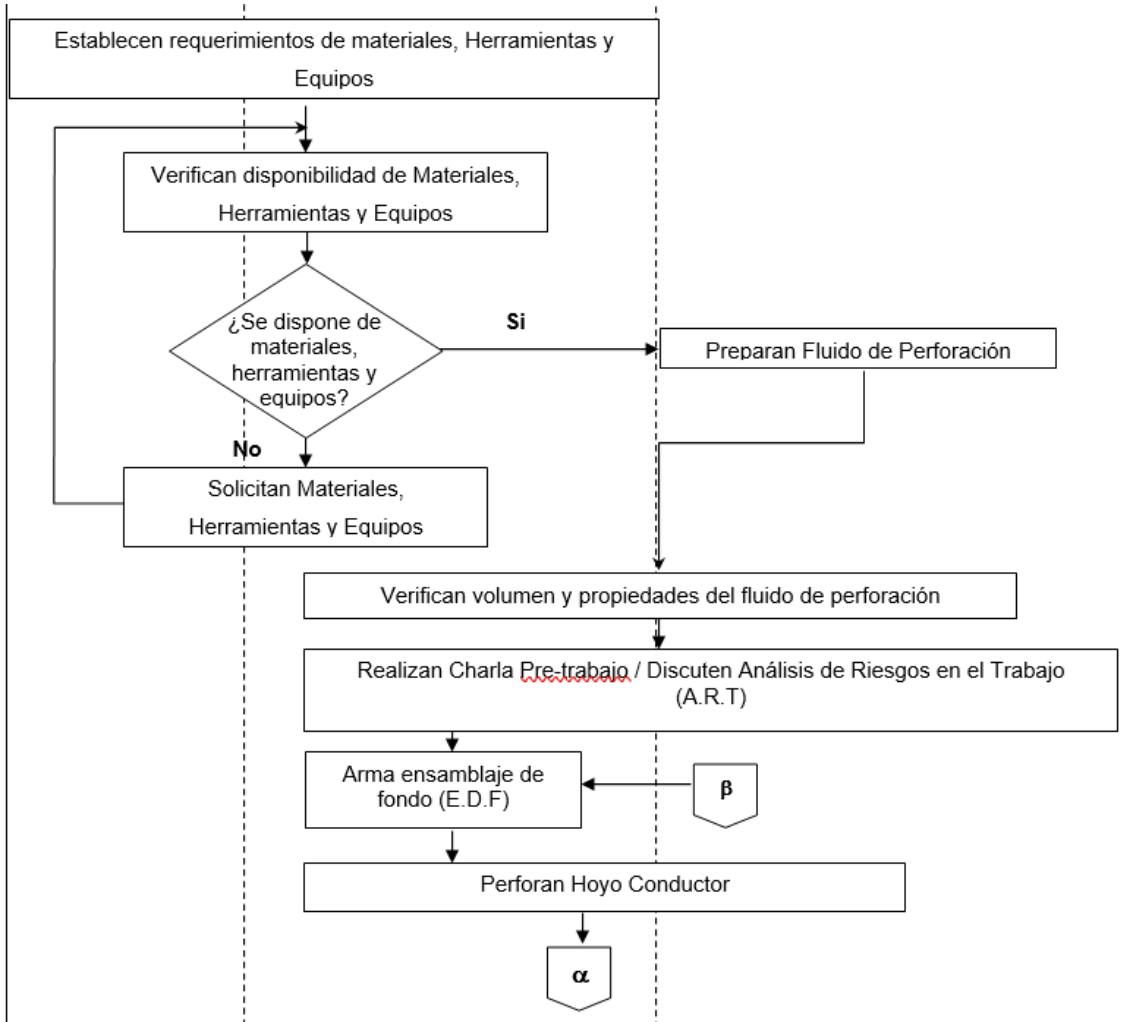


Figura. - 8. Diagrama de flujo del programa operacional (Petroecuador, 2024)

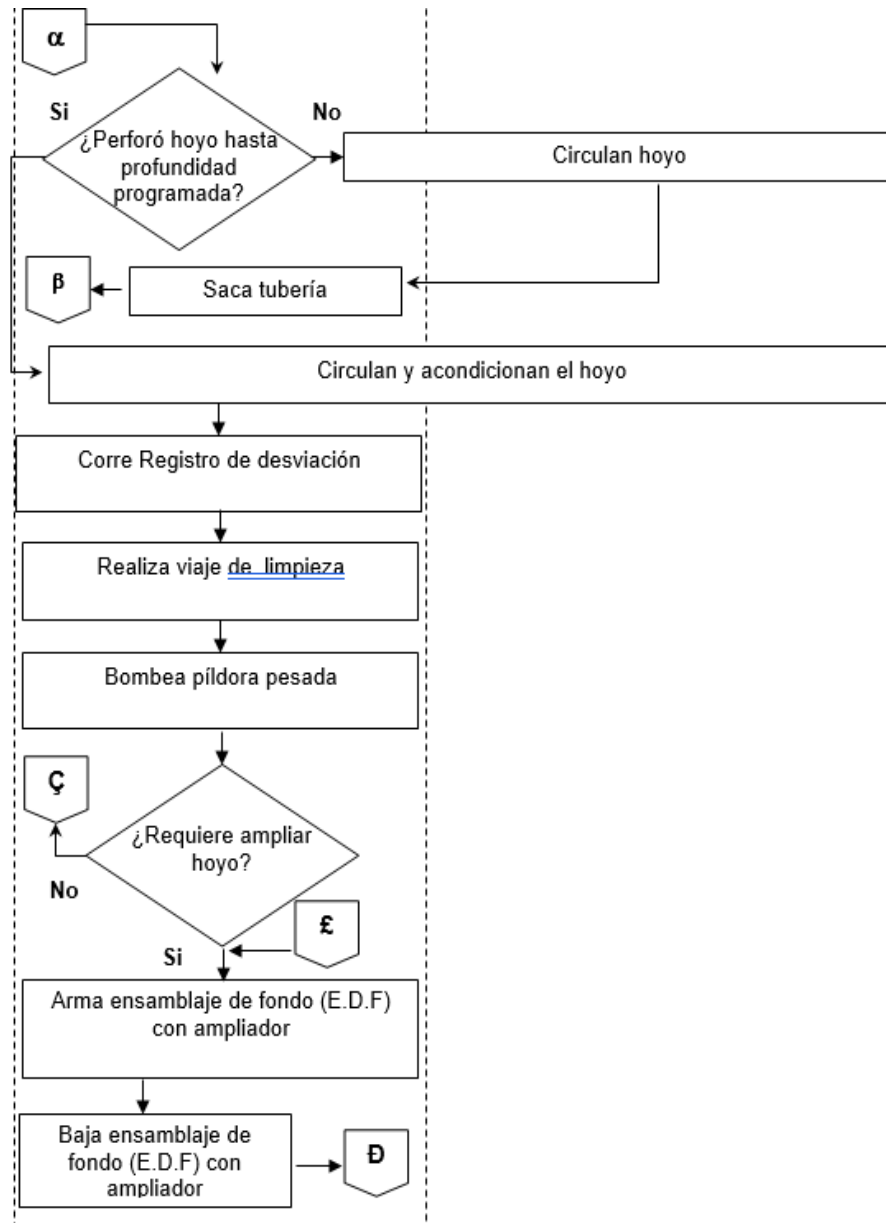


Figura. - 9. Diagrama de flujo del proceso operacional (Petroecuador, 2024)

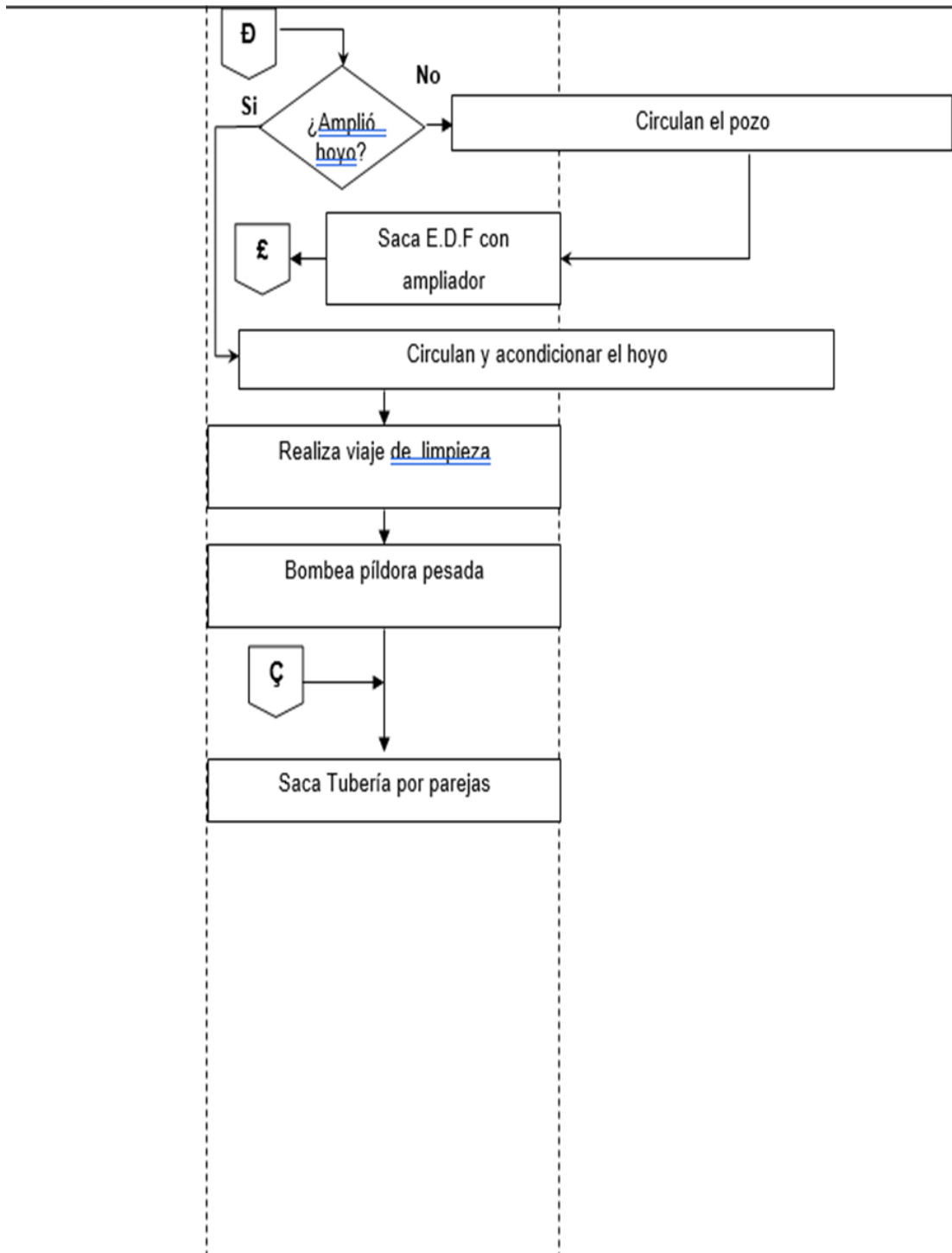


Figura. - 10. Diagrama de flujo del proceso operacional (Petroecuador, 2024)



#### **4.4. CONSECUENCIAS DE LA DESVIACIÓN**

- Lesiones al personal.
- Interrupción de las operaciones por daños a los componentes del taladro.
- Pozo fuera de control.
- Pérdida de activos (taladro, pozo, herramientas).
- Contaminación ambiental.

#### **4.5. PASOS PARA EVITAR LA DESVIACIÓN**

1. Elaborar el Análisis de Riesgos en el Trabajo (A.R.T.)
2. Realizar mantenimiento preventivo, predictivo e inspección a los equipos (izamiento, bombeo y herramientas)
3. Inspeccionar las herramientas antes de iniciar el trabajo.
4. Trabajar con las herramientas adecuadas (llaves, cuñeros, elevadores en función del diámetro de la tubería)
5. Mantener el óptimo funcionamiento de los equipos de alertas (alarmas, indicadores de flujo)
6. Cerciorarse de la certificación del personal.
7. Realizar simulacros de control de pozo, abandono de taladros, extinción de incendios entre otros, con una frecuencia semanal.
8. Observaciones en la conducta del personal de operaciones

# **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- En algunos casos no se perfora el hoyo conductor, sino que se hinca un revestimiento hasta su rechazo, utilizando equipos (“Martillos”) especialmente diseñados para ejecutar el trabajo. Perforar el hoyo conductor con el diámetro programado hasta la profundidad de asentamiento del revestimiento y adicionalmente perforar de 5’ a 10’, a fin de disponer un margen para la deposición de relleno u otras contingencias.
- Durante toda la perforación, monitorear constantemente las propiedades del fluido de perforación y en caso de observar anomalías, informar de inmediato a la línea supervisora para tomar las acciones que el caso amerita.
- Durante la perforación considerar los límites de operación, a fin de evitar pérdidas de circulación y taponamiento del tubo canal (Flow line) por exceso de rípios. Inmediatamente después de alcanzar la profundidad total, circular el pozo hasta obtener retornos limpios en superficie (mínimo un ciclo completo), con el mismo caudal obtenido durante la perforación del hoyo, manteniendo las propiedades del fluido.
- Después de alcanzar la profundidad total, circular el pozo hasta obtener retornos limpios en superficie (mínimo un ciclo completo), con el mismo caudal obtenido durante la perforación del hoyo, manteniendo las propiedades del fluido. Mantener la sarta de perforación en movimiento (Rotar/Reciprocarse) durante toda la circulación del pozo.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- En caso de ser necesaria la perforación de un hoyo conductor con diámetro mayor a 26", se debe utilizar una mecha piloto de 26" y un ampliador de hoyo cuyos brazos se extiendan hasta el diámetro del hoyo a perforar.
- Bombear de 10 a 20 barriles de píldora viscosa cada 90', de aproximadamente 80 sg/qt y circular en cada conexión 5-15 minutos dependiendo de la profundidad perforada. Utilizar una válvula flotadora en la sarta de perforación para evitar el contraflujo del fluido de perforación durante las conexiones.
- Sacar la tubería por parejas, monitoreando el arrastre en toda la sección del hoyo abierto y evaluar la tendencia del volumen de llenado durante el viaje. Considerar especial atención al ensamblaje de fondo (E.D.F) durante la sacada de la sarta de perforación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cedeño, R. (2012). *Procedimientos y operaciones en el pozo*. Academia.  
[https://www.academia.edu/32385587/PROCEDIMIENTOS\\_Y\\_OPERACIONES\\_EN\\_EL\\_POZO](https://www.academia.edu/32385587/PROCEDIMIENTOS_Y_OPERACIONES_EN_EL_POZO)
- Escobar, C., Illanes, D., & Burgos, O. (2013). *Perforación de pozos verticales*.  
<https://es.slideshare.net/slideshow/perforaperforacion-de-pozo-vertical/46656726>
- Fraino, L. (2015). *Investigación Analítica*. Scribd.  
<https://es.scribd.com/document/256085238/INVESTIGACION-ANALITICA>
- Gallegos Mazza, A. (2013). *ESTUDIO TÉCNICO DE LOS ENSAMBLAJES CON MOTOR DE FONDO (BHA) PARA OPTIMIZAR LA PERFORACIÓN DE POZOS TIPO "J" EN LA PLATAFORMA SACHA 380 DEL CAMPO SACHA*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6882/1/CD-5166.pdf>
- Guale, J., & García, C. (2024). *Evaluación de la propuesta del programa de perforación del pozo direccional tipo "S" ubicado en el bloque 60 del oriente ecuatoriano* [UPSE].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10799/1/UPSE-TIP-2024-0022.pdf>
- Gustato. (2017). *Perforación*. Gustato petróleo.  
<http://www.gustato.com/petroleo/Petroleo2.html>
- Hocal Pipe. (2020). *¿Qué es un pozo petrolero?* HocalPipeIndustries.  
<https://hocalpipeindustries.home.blog/2020/07/22/que-es-un-pozo-petrolero/>
- Juárez, N., Bazán, M., & Alarcón, F. (2016). *¿Qué es el BHA de perforación?* Perfo-blogspot.  
<http://perfo-bha.blogspot.com/2016/05/a-que-llamamos-bha.html>
- Madrid, M. (2024). *Pozos Horizontales: Maximizando la Producción*. portal del petróleo.  
<https://portaldelpetroleo.com/pozos-horizontales/>
- Magnus, M. (2014a). *Fundamentos de exploración y producción*. slideshare.  
<https://es.slideshare.net/slideshow/perforacion-de-pozos-petroleros-42587724/42587724>
- Magnus, M. (2014b, diciembre). *Perforación de pozos petroleros*. Slideshare.  
<https://es.slideshare.net/MagnusMG/perforacion-de-pozos-petroleros-42587724>
- Perfoblogger. (2020). *Cementaciones*. Tecnm.
- Rivadeneira, M., & Baby, P. (1998). *Características geológicas generales de los principales campos petroleros de petroproducción*.
- Rivas, Y., & Rivera, A. (2012). *Análisis técnico-económico para el cambio de sistema de producción de hidráulico a mecánico en el campo Lago Agrio operado por EP Petroecuador* [UPSE]. <file:///C:/Users/ANGIE/Downloads/UPSE-TIP-2015-002.pdf>
- Salas Ocampo, D. (2008). *Investigación bibliográfica*. Investigalia.  
<https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>

Studocu. (2022). *Componentes BHA*. Studocu.

<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/quimica-de-petroleos/bha-components-componentes-bha/73461615>

Vázquez Dols, J. (2017). *Ingeniería de perforación: Tipos de pozos para la explotación de hidrocarburos*. eadic. <https://eadic.com/blog/entrada/ingenieria-de-perforacion-tipos-de-pozos-para-la-explotacion-de-hidrocarburos/>