

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO



**DISEÑO DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO DE INFORMACIÓN
PARA EL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES EN LOS
CAMPOS ZAPATO – MATA R EN EL DISTRITO GAS ANACO**

Realizado por:

INAIMIR JOSEFINA RODRÍGUEZ ZURITA
MARIELA JOSEFINA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

**Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al Título de:**
INGENIERO DE PETRÓLEO

BARCELONA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO



**DISEÑO DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO DE INFORMACIÓN
PARA EL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES EN LOS
CAMPOS ZAPATO – MATA R EN EL DISTRITO GAS ANACO**

Realizado por:

INAIMIR JOSEFINA RODRÍGUEZ ZURITA
MARIELA JOSEFINA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

REVISADO POR:

ING. ROBERTO SALAS

Asesor Académico

BARCELONA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO



**DISEÑO DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO DE INFORMACIÓN
PARA EL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES EN LOS
CAMPOS ZAPATO – MATA R EN EL DISTRITO GAS ANACO**

El jurado hace constar que asignó a esta tesis la calificación de:

APROBADO

ING. ROBERTO SALAS

Asesor Académico

ING. LORENZO ARDITI

Co- Asesor Académico

ING. NÍVIA DÍAZ

Jurado Principal

ING. AURA VILELA

Jurado Principal

BARCELONA, JULIO DE 2011

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el artículo 41 del **Reglamento de Trabajos de Grado**, éstos son de exclusiva propiedad de la universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario.

DEDICATORIA

Este trabajo que he realizado con mucho esfuerzo y sacrificio tengo el honor de dedicárselo a mis padres Inaida y Emir, a mis hermanos Inairis y Emir Enrique, a mi esposo José Gregorio, a mi abuela Paula, a mi hermosa hija Adiani Isabella que ya esta entre nosotros gracias a la voluntad de mi Dios Jehová y a TODA mi familia. Los Amo.

Inaimir Rodríguez

DEDICATORIA

Ante todo a Dios por darme salud y estar conmigo, acompañándome en los momentos más difíciles.

A mis padres **Hernán y Edelmira** que son los seres que más amo, por hacer de mí una persona de bien, guiarme por buen camino y darme todo el apoyo, cariño, confianza y paciencia necesarias para el logro de esta meta.

A mi hijo **Hernán** que es el tesoro máspreciado y el regalo más bello que me ha dado Dios, él ha sido el impulso a seguir superándome día a día, esperando que esto le sirva de ejemplo para conseguir lo que se proponga, para que sea un hombre valioso.

A mis hermanos **Gisela y Pedro** por ayudarme en todo momento a quienes quiero y aprecio mucho.

A mi abuela **Felipa** que ha sido una mujer de lucha y enseñanza en mi vida.

A mi prima **Olga** por su constancia y estar en innumerables momentos de mi vida.

A **Sebastián** por estar presente en la última etapa de mi carrera brindándome su ayuda y apoyo para el desarrollo de este trabajo.

Mariela Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Primeramente mis agradecimientos son para **Jehová** mi dios, por darme vida, salud, y la fortaleza necesaria que me permitió durante todo este tiempo vencer los obstáculos presentados a lo largo de este camino. Por estar siempre a mi lado siendo mí guía y mí apoyo en los momentos más difíciles y permitir cubrir todas mis necesidades que me ayudaron a concluir de buena manera con una más de mis metas propuestas a lo largo de mi vida.

A mis padres **Emir Rodríguez** e **Inaida Zurita**, a mis hermanos **Emir Enrique** e **Inairis Paola** por saber esperar en mí a pesar del largo tiempo transcurrido para culminar mi meta, por estar siempre presentes apoyándome y animándome en todo momento. A mi esposo **José G. Rodríguez**, por ser parte de mi vida, por confiar y tener fe en que si podía cumplir mi objetivo y apoyarme incondicionalmente, tanto en los buenos como en los momentos más difíciles de mi vida. Gracias por tu gran apoyo y por permitirme estar a tu lado, haciéndome más fácil el camino.

A mis tíos y primos, especialmente a mi tía **Margarita** y a mi tío **Nelson** quienes en varias ocasiones me brindaron sus casas para comer, descansar y me facilitaron el traslado a la universidad se los agradeceré por siempre. De igual manera les agradezco por lo mismo aunque no se encuentren entre nosotros, a mi bella abuela **Paula Marín (Pula)** y a mi tío **Francisco** para ellos mi especial agradecimiento.

A la Universidad De Oriente por ser el lugar que me permitió adquirir amplios conocimientos tanto a nivel académico como personal ya que gran parte de mi tiempo y de mi vida los pase allí y a los profesores **Roberto Salas**, **Jhonles Morales** y **Lorenzo Arditi** por ser nuestros asesores y amigos y por adquirir el compromiso de guiarnos para cumplir con éxito nuestro objetivo. Sobre todo por la paciencia mostrada ante nuestros problemas surgidos durante la elaboración del mismo. Por último pero no menos importantes a mis compañeros de clases: **Mariela Rodríguez** por ser mi compañera de tesis y quien me hizo cultivar a mayor grado mi cualidad de

la Paciencia además por la ayuda brindada durante el desarrollo de este trabajo y al resto de ellos como lo son **Milagros Marín, Andreina Sojo, Yranidis Acosta, Rosmat Salazar, Yennifer Ramírez, Idelys Salazar** y **Jesús Rodríguez**. Y a todos aquellos que aunque no los nombro aquí de alguna u otra manera estuvieron presentes ayudándome de manera directa e indirecta durante esta etapa de mi vida y durante el desarrollo de este trabajo, satisfacción de una meta alcanzada de muchas que me faltan. A todos de corazón muchísimas **GRACIAS**.

Inaimir Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente y mis profesores por su valiosa colaboración, que permitieron desarrollar mi carrera para formarme como profesional.

A mi asesor académico Profesor e Ingeniero **Roberto Salas** y a mi asesor Industrial **Jhonles Morales** por ser guía primordial y fundamental en el desarrollo de esta meta.

A mi compañera de tesis y amiga **Inaimir Rodríguez** por brindarme su apoyo, paciencia, optimismo y empuje para que se hiciera posible el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros de clase y mejores amigos **Yennifer Ramírez, Rosmat Salazár, Andreina Sojo, Milagros Marín, Idelys Salazár**, a los que quiero y agradezco por compartir el progreso de mis estudios. A todos aquellos que de alguna u otra forma me ayudaron a lo largo de mi carrera y mi vida.

Mariela Rodríguez

CONTENIDO

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS.....	VII
AGRADECIMIENTOS.....	IX
CONTENIDO.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XV
LISTA DE TABLAS.....	XVII
ABREVIATURAS	XVIII
CAPÍTULO I.....	19
INTRODUCCIÓN	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.2.1 Objetivo general.....	23
1.2.2 Objetivos Específicos.....	23
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1 ANTECEDENTES.....	25
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIZACIÓN	25
2.3 GENERALIDADES DEL DISTRITO ANACO	27
2.3.1 CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA	27
2.3.2 Subcuenca de Maturín	29

2.3.3 Área Mayor Oficina (A.M.O)	29
2.3.4 Área Mayor de Anaco (A.M.A).....	29
2.3.5 Estructura Regional del Área Mayor de Anaco.....	30
2.3.6 Corrimiento de Anaco.....	31
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ACUMULACIONES DEL ÁREA MAYOR DE ANACO.....	32
2.5 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL.....	33
2.5.1 Características de las Formaciones	34
2.5.2 Ambiente de deposición	42
2.6 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO ZAPATOS.....	43
2.6.1 Ubicación Geográfica	43
2.7 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO MATA R.....	44
2.7.1 Ubicación Geográfica	44
2.8 PERFORACIÓN DE POZOS	45
2.8.1 Fases del Proceso de Perforación.....	46
2.8.1.1 Fase Mudar	46
2.8.1.2 Fase Perforar.....	48
2.8.1.3 Fase Completar	50
2.8.2 Taladro de Perforación.....	52
2.8.2.1 Torre o Cabria de Perforación	53
2.8.2.2 Sistema de Rotación	57
2.8.2.3 Sistema de Seguridad.....	65
2.8.2.4 Sistema de Circulación	66
2.9 MUD LOGGING.....	69
2.9.1 Cabina de Mud Logging.....	69
2.10 PROBLEMAS OPERACIONALES.....	71
2.10.1 Derrumbes Mecánicos	71
2.10.2 Apoyos.....	72
2.10.3 Arrastres	72

2.10.4 Corte de Lodo por Gas.....	73
2.10.5 Embolamiento de Mechas y Estabilizadores	73
2.10.6 Pérdida de Circulación.....	74
2.10.7 Alto Torque	75
2.10.8 Pesca.....	76
2.10.8.1 Herramientas de Pesca.....	76
2.10.8.1.1 Over Shot.....	76
2.10.8.1.2 Short Catch	77
2.10.8.1.3 Taper Tap.....	77
2.10.8.1.4 Pescante Tipo Tarraja o Die Collar	77
2.10.8.1.5 Pin tap.....	78
2.10.8.1.6 Pescante Integral tipo spear	78
2.10.9 Taponamiento	79
2.10.10 Pega de Tubería.....	80
2.10.10.1 Pega Mecánica de la Tubería.....	80
2.10.10.2 Pega de Tubería por presión Diferencial	81
2.11 TIEMPOS DE OPERACIÓN.....	82
2.11.1 Tiempo Productivo.....	83
2.11.2 Tiempo No Productivo	83
2.11.3 Tiempo Perdido	83
2.12 BASE DE DATOS	84
2.12.1 Concepto.....	84
2.12.2 Pasos fundamentales para la Elaboración de una Base de Datos.....	84
2.12.3 Función de una base de datos:	85
2.12.4 Bancos de Datos Relacionales	88
2.12.5 Diseño del Banco de Datos	94
2.13 DFW (DIMS FOR WINDOW)	97
2.14 VISUAL BASIC.....	98
2.15 MICROSOFT ACCESS.....	109

2.16 MICROSOFT EXCEL	110
2.17 MICROSOFT WORD	111
2.18 CRYSTAL REPORT 8.....	112
CAPÍTULO III	113
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	113
3.1 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	114
3.1.1 Revisión bibliográfica.....	114
3.1.2 Recopilación de la información de los reportes que muestran los problemas operacionales durante la perforación de los pozos en estudio.....	114
3.1.3 Clasificación de los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos	117
3.1.4 Creación de una base de datos con la información de los problemas operacionales analizados durante las operaciones de perforación de los pozos	118
3.1.5 Diseño de un sistema computarizado que permita facilitar el manejo de la información suministrada mediante la base de datos con los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos en estudio	119
3.1.6 Comprobar si el diseño del sistema computarizado realizado es satisfactorio para el manejo de la información requerida.....	129
CAPÍTULO IV.....	130
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	130
4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES QUE SE PRESENTARON DURANTE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN DE LOS POZOS	130
4.2 Creación de una base de datos con la información de los problemas operacionales analizados durante las operaciones de perforación de los pozos	137

4.3 Diseño de un sistema computarizado que permita facilitar el manejo de la información suministrada mediante la base de datos con los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos en estudio.....	11938
4.4 Comprobar si el diseño del sistema computarizado realizado es satisfactorio para el manejo de la información requerida.....	139
CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	142
APÉNDICES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.5
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	146

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 2.1 UBICACIÓN DEL DISTRITO DE PRODUCCIÓN GAS ANACO. ^[1]	26
FIGURA N° 2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE A.M.A. Y A.M.O. ^[1] ..	26
FIGURA N° 2.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA ORIENTAL. ^[2]	28
FIGURA N° 2.4 CUENCAS PETROLÍFERAS DE VENEZUELA. ^[2]	28
FIGURA N° 2.5 CAMPOS DEL ÁREA MAYOR DE ANACO. ^[3]	30
FIGURA N° 2.6 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL DEL ÁREA MAYOR ANACO. ^[4]	34
FIGURA N° 2.7 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ZAPATOS Y MATA R. ^[6]	44
FIGURA N° 2.8 A) OVER SHOT, B) SHORT CATCH, C) TAPER TAP, D) SPEAR, E) PIN TAP, F) DIE COLLAR. ^[8]	79
FIGURA N° 2.9 VISUAL BASIC. ^[11]	99
FIGURA N° 2.10 DISEÑO DE LA TABLA DE VISUAL BASIC. ^[12]	102
FIGURA N° 2.11 MICROSOFT ACCESS 2003. ^[13]	110
FIGURA N° 2.12 MICROSOFT EXCEL 2003. ^[14]	111
FIGURA N° 2.13 MICROSOFT WORD 2003. ^[15]	112
FIGURA N° 2.14 CRYSTAL REPORT 8. ^[16]	112
FIGURA N° 3.1 VISTA PRINCIPAL DEL PROGRAMA DIMS. ^[7]	117
FIGURA N° 3.2 MENÚ PRINCIPAL DEL DISEÑO. ^[18]	120

FIGURA N° 3.3 MÓDULO DATOS GENERALES DEL POZO. ^[18]	.....	121
FIGURA N° 3.4 MÓDULO LISTA DE COMPAÑÍAS INVOLUCRADAS. ^[18]	.....	122
FIGURA N° 3.5 MÓDULO DESCRIPCIÓN POR FASE DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES OCURRIDOS. ^[18]	.....	123
FIGURA N° 3.6 MÓDULO PROBLEMAS OPERACIONALES. ^[18]	.....	124
FIGURA N° 3.7 MÓDULO DISEÑO MECÁNICO DEL POZO. ^[18]	.....	125
FIGURA N° 3.8 MÓDULO CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SOLUCIONES DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES. ^[18]	.....	126
FIGURA N° 3.9 MÓDULO DIAGRAMAS E HISTOGRAMAS DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES. ^[18]	.....	127
FIGURA N° 3.10 MÓDULO MECHAS UTILIZADAS. ^[18]	.....	128
FIGURA N° 3.11 MÓDULO DOCUMENTACIÓN. ^[18]	.....	129
FIGURA N° 4.1 PORCENTAJE DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES DEL CAMPO ZAPATOS.....		133
FIGURA N° 4.2 PORCENTAJE DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES DEL CAMPO MATA R		134

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 2.1 CUADRO ESQUEMÁTICO DE UNA BASE DE DATOS	84
TABLA N° 4.1 ÍNDICE DE CONTINUIDAD DE PROBLEMAS OPERACIONALES CAMPO ZAPATOS.....	130
TABLA N° 4.2 ÍNDICE DE CONTINUIDAD DE PROBLEMAS OPERACIONALES CAMPO MVR.....	131

ABREVIATURAS

A.M.A	Área Mayor de Anaco.
A.M.O	Área Mayor de Oficina.
bls	Barriles
BNPD	Barriles Normales por Día.
BPM	Barriles por Minuto
D.	Días.
ft.	Pies.
I.D	Diámetro interno
Lpc	Libras por Pulgadas Cuadradas.
Lpg.	Libras por Galón.
min	Minutos
MMPCGD	Millones de Pies cúbicos de Gas Diario
TBC	Tapón Balanceado de Cemento.
'	Pies.
''	Pulgadas.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El 1 de enero de 1998 inicia operaciones PDVSA GAS, empresa filial de Petróleos de Venezuela integrada a la División de Manufactura y Mercadeo. Su responsabilidad es impulsar el negocio del gas natural en el país, para lo cual desarrolla las actividades de procesamiento, transporte, y distribución con otras empresas para la colocación y ventas de los mismos. Pero es en el año 2001, el año donde se destaca la consolidación de PDVSA GAS, S.A como empresa verticalmente integrada habiéndose concretado la transferencia de personal, activos y campos operativos del Distrito Anaco y Bloque E Sur del Lago.

El Distrito Anaco es una de las zonas gasíferas más extensas de Venezuela, ya que cuenta con reservas probadas de gas seco superiores a los 26 billones de pies cúbicos en un área aproximada de 13.400 km², la cual se encuentra dividida en dos grandes áreas operativas que son: el área mayor de Anaco (AMA) ubicada en la parte norte de la zona central del estado Anzoátegui, y la otra gran área operativa es la perteneciente a la zona mayor de Oficina (AMO), ubicada en la parte sur del estado Anzoátegui.

La construcción de pozos en el Distrito Anaco es un reto tecnológico debido a la complejidad geológica del área. La perforación de las secciones exige las mejores prácticas, sin embargo; se confrontan problemas operacionales durante la perforación de dichas fases entre ellas tenemos pega de tubería, pérdida de circulación, esfuerzos mecánicos de la formación, rotura por esfuerzo mecánico, fallas en equipos de fondo, arremetidas, operaciones de pesca, desviaciones, apoyos, arrastres, torques, etc. Toda la información de estos problemas ocurridos durante la perforación son anotados en reportes diarios que a su vez son cargados en un programa conocido como el DIMS un software actualmente utilizado por PDVSA GAS S.A. de manera específica, veraz y confiable, agilizando de esta manera la obtención de dicha información. Este

software presenta un problema principal, que no todos los usuarios pueden acceder a la información al mismo tiempo y además, durante el manejo de la carpeta alguna información importante se puede extraviar y duplicar.

Para solventar esta situación, como beneficio a corto plazo y tener un mejor aprovechamiento de la información disponible en cuanto a usuario, se desarrolló una solución que facilitará la obtención de información automatizada, hasta donde sea posible, con un nuevo programa operativo que en nuestro caso usaremos el VISUAL BASIC. Con este programa y la base de datos creada para el periodo 2006-2007 en el Área Mayor Oficina de Anaco de los campos Zapato – Mata R donde varios pozos fueron perforados pero para la realización de nuestro modelo sólo utilizaremos 12 de ellos debido a que la data es extensa, se tratará de corregir el problema presentado con el uso del DIMS.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando un pozo va a ser perforado, dicha perforación tiene como principal objetivo obtener la máxima producción en la forma más eficiente, por lo tanto deben estudiarse los factores que la afectan, entre los cuales tenemos: La geometría de la perforadora, los parámetros de la perforación, varillaje de perforación, uso de tubos guía y tamaño de la broca, ángulo del barrenado, posición del embocadura, desviación del varillaje de perforación, tasa y método de producción, índice de productividad, reservas existentes en los diferentes yacimientos, características de la formación y sus fluidos, tipo de empuje del yacimiento, futuras reparaciones y estimulaciones, producción de arena, posibilidad de aplicar en el futuro métodos de recuperación secundaria y aspectos económicos. Cabe acotar que la mayor parte de los pozos a la hora de ser perforados van a presentar distintos problemas operacionales tales como: pega de tubería, pérdida de circulación, Esfuerzos mecánicos de la formación, rotura por esfuerzo mecánico, fallas en equipos de fondo, arremetidas, operaciones de pesca, desviaciones, apoyos, arrastres, torques, etc. Lo cual ocasiona paro parcial en las operaciones, incremento en los costos y en el tiempo operacional estimado para perforar dichos pozos.

Una vez surgidos estos problemas operacionales durante la perforación de un pozo van desde su inicio hasta su culminación a una hoja de reportes diarios de la empresa, que luego de ser clasificados por pozos son suministrados a una base de datos para tener un mejor acceso y organización de ellos. Actualmente PDVSA GAS, S.A. cuenta con un programa conocido como el DIMS un software que integra completamente, una base de datos, comunicación e ingeniería para la perforación, completación y servicios al pozo, como un completo **well site** basado en reportes de operaciones y un sistema de datos, adaptado a cualquier campo o ambiente de operaciones, para facilitar los reportes de operaciones y las consultas necesarias. Este software, fué creado para reemplazar la antigua forma de guardar la información en

archivadores o carpetas, pero los problemas principales de tener la información de esta manera son: que no todos los usuarios pueden acceder a la información al mismo tiempo, durante el manejo de la carpeta alguna información importante se puede extraviar y duplicidad de información.

Es por ello, que actualmente existe la necesidad de diseñar un nuevo sistema computarizado, como herramienta primordial en el almacenamiento y procesamiento de la información que guarde relación con la base de datos de los problemas operacionales durante el proceso de perforación. Con relación al tema, es poco probable conseguir información para la realización del mismo, ya que este proyecto representa un aporte innovador dentro de la industria, pues hasta ahora no se ha realizado algo igual, más si se han estudiado diversos temas en cuanto a los problemas operacionales se refiere durante las perforaciones en el Área Mayor Oficina de Anaco.

Este nuevo sistema, se realizará partiendo con la ayuda de otro software conocido como VISUAL BASIC un lenguaje de programación el cual constituye un IDE (entorno de desarrollo integrado) que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código (programa donde se escribe el código fuente), un depurador (programa que corrige errores en el código fuente para que pueda ser bien compilado), un compilador (programa que traduce el código fuente a lenguaje de máquina), y un constructor de interfaz gráfica o GUI (es una forma de programar en la que no es necesario escribir el código para la parte gráfica del programa, sino que se puede hacer de forma visual). Con este programa y la base de datos creada para el periodo 2006-2007 en el Área Mayor Oficina de Anaco de los campos Zapato – Mata R donde varios pozos fueron perforados pero para la realización de nuestro modelo sólo utilizaremos 12 de ellos debido a que la data es extensa será con lo que contaremos para esta investigación, y así finalmente comprobar si el diseño del mismo es satisfactorio para su manejo y que sirva de gran ayuda para que individualmente cuenten con este programa a la hora de buscar la información requerida evitando así uno de los problemas con el uso del DINS como

es el que no todos los usuarios pueden acceder al mismo tiempo para la búsqueda de alguna información.

Este estudio permitirá tener una referencia de los problemas más comunes que surgen durante las operaciones de perforación en estos campos del Área Mayor Oficina de Anaco, con lo que se logrará optimizar dichas operaciones, mejorando la eficiencia y seguridad durante estas labores obteniendo mayores ganancias para la empresa tanto de tiempo como de capital.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema computarizado de información para el análisis de los problemas operacionales en los campos Zapato – Mata R en el Distrito Gas Anaco.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Clasificar los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos Zapato – Mata R.
- 2) Crear en una base de datos con la información de los problemas operacionales analizados durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos Zapato – Mata R.
- 3) Diseñar un sistema computarizado que permita el manejo de la información suministrada mediante la base de datos con los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos Zapato – Mata R.

- 4) Comprobar si el diseño del sistema computarizado realizado es satisfactorio en comparación con el sistema anterior para el manejo de la información requerida.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Las primeras exploraciones en el Área Mayor de Anaco fueron descritas por Funk Houser. El primer pozo perforado en el área fue el Santa Rosa N° 1 (RG-1) y su ubicación se basó en una línea sísmica hecha a lo largo del área en 1931. El RG-1 fue perforado por Mene Grande Oil Company el 14 de febrero de 1934.

El descubrimiento de los anticlinales de Santa Ana y San Joaquín fue hecho en 1934, gracias a estudios de geología de superficie y fotogeología. Entre 1935 y 1936 las compañías Creole y Mene Grande realizaron estudios geológicos de superficie de los domos de San Joaquín y Santa Ana, así como estudios de las líneas sísmicas.

En mayo de 1940 Mene Grande Oil Company perfora el pozo RG-2 en el domo de Santa Rosa, a 8 Km al suroeste del RG-1 y 10 Km. al noreste de Anaco. La ubicación del pozo fue el resultado de las perforaciones en los campos Santa Ana y San Joaquín. Los estudios sísmicos realizados en el domo de Santa Rosa indicaban que RG-2 estaría estructuralmente más alto que RG-1. El pozo RG-2 fue con el cual se descubrió el campo Santa Rosa.

El campo Santa Rosa fue desarrollado y operado por la compañía Mene Grande hasta enero de 1976, posteriormente por la compañía S.A. Meneven, la cual se convirtió posteriormente en Corpoven S.A. en junio de 1986.

2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIZACIÓN

El Distrito Producción Gas Anaco se encuentra ubicado en la parte Central del estado Anzoátegui, abarcando parte del estado Monagas con un área aproximadamente de 13.400 km². Este fue nombrado “Centro Gasífero de Venezuela” en el año 1999, consolidándose progresivamente como el centro de

producción y manejo de gas para el país. Es un distrito importante porque posee yacimientos productores de hidrocarburos; en él, existen las mayores reservas de gas del país. La ubicación geográfica del Distrito de Producción Gas Anaco es presentada en la Figura 2.1. [2]

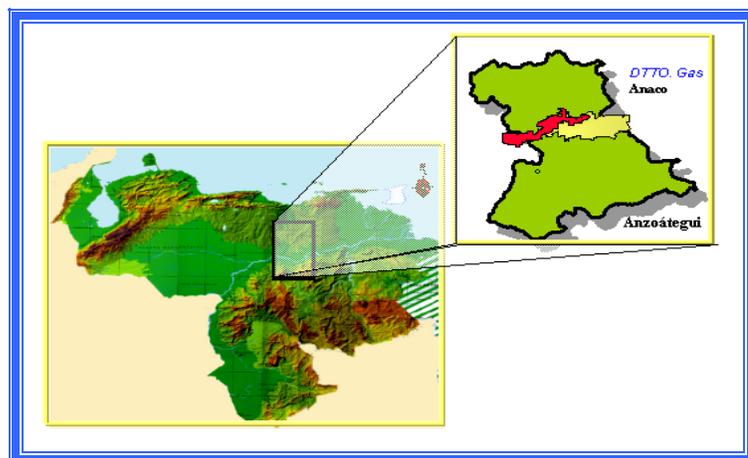


Figura N° 2.1 Ubicación del Distrito de Producción Gas Anaco. [1]

El Distrito Producción Gas Anaco está conformado por dos extensas áreas de explotación que son la unidad de producción Área Mayor Anaco (A.M.A.), y la unidad de producción Área Mayor Oficina (A.M.O.). (Figura 2.2).

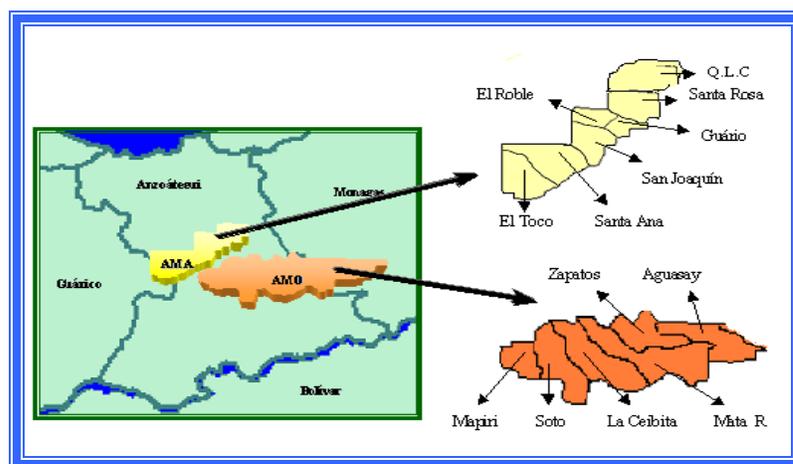


Figura N° 2.2 Ubicación Geográfica de A.M.A. y A.M.O. [1]

2.3 GENERALIDADES DEL DISTRITO ANACO

2.3.1 Cuenca Oriental De Venezuela

La Cuenca Oriental de Venezuela es una gran depresión asimétrica, estructural y sedimentaria que se inclina hacia el este. Limita al sur con el borde septentrional del escudo de Guayana, al norte con el cinturón móvil de la serranía del interior Central y Oriental, al Oeste con el arco del Baúl y al Este con la Plataforma Continental del Atlántico. Presenta una inclinación general hacia el Este. El flanco Sur buza levemente hacia el Norte y el flanco Norte está conectado a la zona plegada y fallada de la cordillera que sirven de límite para la cuenca. Ambos flancos de la cuenca han sido productores.^[1]

Está situada en la zona Centro – Este de Venezuela formando una depresión topográfica, asimétrica, estructural y sedimentaria que se inclina hacia el este, limitada al Sur del Orinoco desde la desembocadura del río Arauca, hacia el Este hasta Boca Grande, siguiendo de modo aproximado el borde septentrional del Cratón de Guayana, al Oeste por el levantamiento del Baúl y su conexión estructural con el mencionado cratón, que sigue aproximadamente el curso de los ríos Portuguesa y Pao al Norte, por la línea que demarca el piedemonte meridional de la Serranía del Interior Central y Oriental. Hacia el Este la Cuenca continúa por debajo del Golfo de Paria, incluyendo la parte situada al Sur de la Cordillera Septentrional de la isla de Trinidad y se hunde en el Atlántico al Este de la costa del Delta del Orinoco. El flanco Sur buza levemente hacia el Norte y el flanco Norte está conectado a la zona plegada y fallada de la cordillera que sirven de límite para la cuenca (Figura 2.3).^[1]



Figura N° 2.3 Ubicación geográfica de la Cuenca Oriental. [2]

En esta cuenca se pueden distinguir ocho áreas principales productoras de Petróleo: Área de Guárico, Área Mayor de Anaco, Área Mayor de Oficina, Área Mayor de Temblador, Faja Petrolífera del Orinoco, Área Mayor de Jusepín, Área de Quiriquire y Área de Pedernales. La Cuenca Oriental de Venezuela por sus características tectónicas, estratigráficas y sedimentológicas se divide en 2 subcuencas: Subcuenca de Guárico al Oeste y Subcuenca de Maturín al Este (Fig. 2.4)

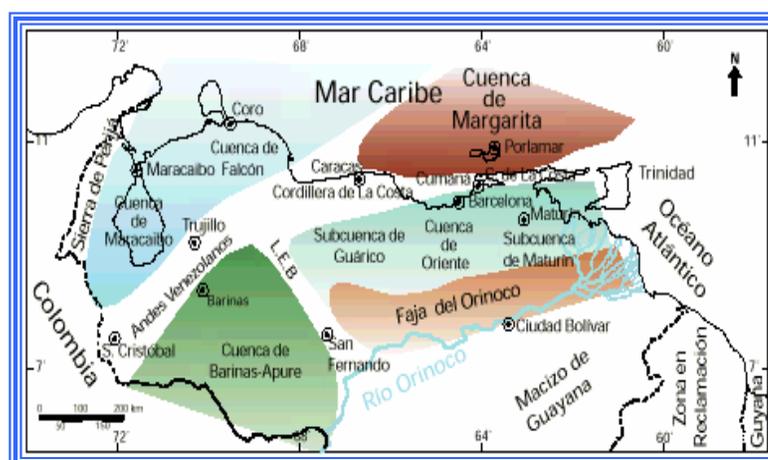


Figura N° 2.4 Cuencas petrolíferas de Venezuela. [2]

2.3.2 Subcuenca de Maturín

La Subcuenca de Maturín constituye la principal unidad petrolífera de la Cuenca Oriental de Venezuela. Su forma es asimétrica y alargada, presentando una dirección N 50° E. La deformación estructural y los acñamientos de las unidades estratigráficas hacia el sur definen dos dominios operacionales: uno al norte del Corrimiento de Pirital y otro al Sur.^[2]

La configuración Estructural- Estratigráfica de la Subcuenca de Maturín da como resultado dos tipos de provincias tectónicas: una compresiva al Norte, delimitada por el Corrimiento de Anaco en donde están alineados una serie de domos que conforman los campos principales del área mayor de Anaco y una provincia extensiva al sureste del corrimiento, en donde se ubican los campos del Área Mayor de Oficina.^[2]

2.3.3 Área Mayor Oficina (A.M.O)

Ubicada en la parte Sur de la zona central del Estado Anzoátegui. Tiene un área de 10.240 Km². Es una Unidad de Explotación de crudos Medianos y Livianos, esta conformada por los campos Zapatos, Mata R, Soto, Mapiri, La Ceibita y Aguasay.^[1]

2.3.4 Área Mayor de Anaco (A.M.A)

El Área Mayor de Anaco se encuentra ubicada en la Cuenca Oriental de Venezuela, Subcuenca de Maturín, situada en el bloque levantado al Norte del Corrimiento de Anaco, cuyo rumbo aproximado es de N 50° E, de Sur a Norte los campos son: El Toco, sobre un domo del mismo nombre, Santa Ana, en un domo

alargado con tres culminaciones menores, El Roble, San Joaquín, con tres elevaciones bien diferenciadas, Guarío, Santa Rosa, un anticlinal fallado. (Figura 2.5).^[3]



Figura N° 2.5 Campos Del Área Mayor de Anaco.^[3]

2.3.5 Estructura Regional del Área Mayor de Anaco

La estructura del Área Mayor de Anaco se considera influenciada por la tectónica cordillerana del norte de Venezuela oriental, cuyo origen se atribuye a la colisión de la placa del Caribe con la Placa del Continente Suramericano. Como resultado de esa tectónica se forma un cuadro estructural complejo conformado por varios elementos:

- El corrimiento de Anaco.
- Una serie de pliegues, anticlinales y domos.
- Un sistema de fallas normales y, excepcionalmente, inversas.
- Algunas fallas transcurrentes.

El corrimiento de Anaco es una falla de tipo inverso, de gran magnitud, que corta en forma oblicua el rumbo general del flanco sur la Cuenca Oriental de Venezuela; marca el límite noroeste del Área Mayor de Oficina y es un rasgo estructural mayor de la Cuenca Oriental. Se extiende por 85 Km en dirección N 40° E desde el Campo El Toco en el sur hasta el este del Campo La Ceiba en el norte, con un buzamiento del plano de falla promedio de 45° al noroeste, que decrece notablemente a profundidad y puede llegar a confundirse con los planos de buzamiento. El desplazamiento de esta falla tiene un máximo de 7.000' en el Campo Santa Rosa y disminuye hasta 700' en Santa Ana; cerca del campo El Toco tiende a desaparecer. Constituye el límite sur de la acumulación de hidrocarburos del Área Mayor de Anaco.^[3]

Los campos petrolíferos del Área Mayor de Anaco están ubicados en el bloque norte levantado de la falla mayor de Anaco, como un conjunto de hasta ocho culminaciones anticlinales en forma de domos alargados con su eje paralelo al corrimiento. De sur a norte los campos son: El Toco, sobre un domo del mismo nombre, Santa Ana, en un domo alargado con tres culminaciones menores, San Joaquín, con tres elevaciones bien diferenciadas, Santa Rosa, un anticlinal fallado.

Los levantamientos de Anaco, en su conjunto se presentan asimétricos, con buzamientos de 25-27° en el flanco sur, en contraste con sólo 2-5° en el flanco norte. Los domos han sido considerados como pliegues de arrastre sobre el plano del corrimiento, ocasionados por el movimiento hacia el sur de las capas que constituyen el flanco norte. Las fallas normales se encuentran principalmente al norte de los domos de Anaco, con desplazamiento considerable (70 a 22 metros).^[3]

2.3.6 Corrimiento de Anaco

El corrimiento de Anaco es un elemento estructural de carácter compresivo, producto del origen tectónico, concretamente una falla de tipo inverso, de gran

magnitud, que corta en forma oblicua el rumbo general del flanco sur de la Cuenca Oriental de Venezuela; marca el límite Noroeste del Área Mayor de Oficina y es un rasgo estructural mayor de la Cuenca Oriental. Se considera un callamiento joven y basándose en correlaciones de sedimentos de la Formación Freites, erosionados en el Campo Santa Ana, se ha intentado determinar importantes movimientos durante la sedimentación de la secuencia medio superior de esta formación, cuya edad es Mioceno Tardío.

Este corrimiento se encuentra en la parte central del Estado Anzoátegui y se extiende por 85 Km. En dirección N 40° E desde el Campo El Toco en el sur hasta el este del Campo La Ceiba en el Norte, con un buzamiento del plano de falla promedio de 45° al noroeste, que decrece notablemente a profundidad y puede llegar a confundirse con los planos de buzamiento. El desplazamiento de esta falla tiene un máximo de 7.000 pies en el Campo Santa Rosa y disminuye hasta 700 pies en Santa Ana; cerca del campo El Toco tiende a desaparecer. Constituye el límite sur de la acumulación de hidrocarburos del Área Mayor de Anaco. El geólogo L. M. Banks, define que en sus comienzos la falla de Anaco fue una falla normal de buzamiento al noroeste, reactivada posteriormente como el corrimiento actual.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ACUMULACIONES DEL ÁREA MAYOR DE ANACO

La composición relativamente uniforme de los crudos en el Área Mayor de Anaco sugiere un origen común, y el fuerte componente parafinoso probablemente se relaciona con una fuente herbácea en un ambiente fluvial a deltaico, el cual es menos marino que la sección productora. El acceso a una fuente más profunda, más joven y menos marina puede ser más proporcionado por la falla inversa de Anaco, que coloca las facies marinas sobre facies terrestres y probablemente permite la intercomunicación de múltiples fuentes profundas.

Esta interpretación es apoyada por la semejanza de los petróleos parafínicos que están por encima y por debajo de la zona de falla en el campo Santa Rosa. En las sillas tectónicas principales se encuentran fallas transcurrentes de dirección noreste que completan el sistema de corrimientos.

Los campos de petróleo localizados en el alineamiento de la estructura de Anaco y en el Área Mayor Oficina, producen de arenas deltaicas y transgresivas, de las formaciones terciarias Oficina y Merecure, pero en Anaco la acumulación está controlada por el cierre estructural de domos y por acuñamientos estratigráficos.

2.5 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

En el subsuelo del Área Mayor de Anaco se perfora una secuencia estratigráfica que comprende desde el Cretáceo hasta el Pleistoceno, y está representada por las formaciones Mesa, Las Piedras, Freites, Oficina, Merecure, Caratas, Vidoño, San Juan, el grupo Sucre (Chimada, El Cantil y Barranquín), estos dos últimos pasan transicionalmente hacia el suroeste a su equivalente lateral, el grupo Temblador. De estas unidades, las más prospectivas son las formaciones Oficina, Merecure y San Juan. La secuencia sedimentaria correspondiente al subsuelo del Área Mayor de Anaco, se muestra en la Figura 2.6.

Por razones de conveniencia para los estudios estratigráficos, la formación Oficina ha sido dividida en el Área Mayor de Anaco en siete intervalos, nominados originalmente en razón de las combinaciones de minerales pesados que contienen, y definidos para la correlación por características de perforación, perfiles eléctricos, paleontología. En orden estratigráfico, desde el más antiguo, se designan informalmente con el nombre de Miembros: Colorado, Amarillo, Verde, Naranja, Moreno, Azul y Blanco; igualmente, las areniscas individuales dentro de cada unidad también han sido designadas con las letras mayúsculas A, B, C, etc., comenzando con

la letra A en la arena superior de cada miembro. Los cuatro miembros inferiores son los productores principales de San Joaquín-Guárico y Santa Rosa. ^[4]

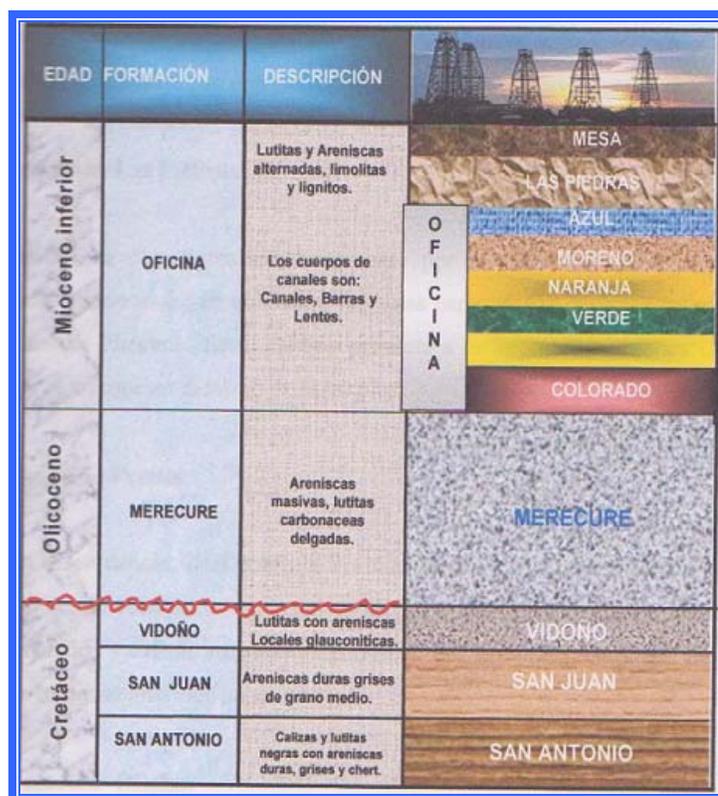


Figura N° 2.6 Columna Estratigráfica Regional del Área Mayor Anaco. ^[4]

2.5.1 Características de las Formaciones

- **Formación Mesa**

La culminación del proceso de sedimentario de la Cuenca Oriental está representada por la formación Mesa, de ambiente continental. Se extiende sobre los Llanos Orientales de Guárico, Anzoátegui y Monagas. Esta formación es considerada de edad Pleistocena, debido a su posición discordante sobre la formación Las Piedras

del Plioceno. Está formada por arcillas solubles de color rojizo, crema y grisáceos, alternado hacia la base con areniscas de grano grueso, guijarros, peñas y peñones.

- **Formación Las Piedras**

Esta unidad se caracteriza mitológicamente por la presencia de sedimentos mal consolidados que incluyen areniscas, limonitas carbonáceas, arcilitas y lignitos, y su edad data del Plioceno. Esta sección presenta a lo largo de la Cuenca Oriental de Venezuela, un espesor máximo de 5.000 pies.

- **Formación Freites**

Yace en discordancia local sobre la Formación Oficina, de edad Mioceno medio a superior, esta formación se caracteriza por ser esencialmente lutítica, con conglomerados y calizas arenosas en la base y con areniscas, guijarros arcilitas en capas delgadas al intervalo superior.

- **Formación Oficina**

Del Mioceno Inferior y Medio, concordante sobre Merecure, está presente en el subsuelo de todo el flanco Sur de los Estados Anzoátegui y Monagas. Su litología característica consiste de una alternancia monótona de arenas y lutitas con abundantes lignitos de muy poco espesor, pero de gran extensión lateral. Individualmente, las areniscas son lenticulares, pero los paquetes de areniscas se extienden a grandes distancias, facilitando la correlación a través de la cuenca.

El espesor de la Formación Oficina aumenta desde su acuñamiento en el borde Sur de la Cuenca hacia su eje; en el área de Oficina tiene entre 1.969 y 4.593 pies de espesor y más de 6.562 pies en Anaco. El ambiente de sedimentación corresponde a

un complejo fluviodeltáico de grandes dimensiones, donde son comunes las arenas lenticulares y de relleno de canales de ríos.

Desde el punto de vista de generación y producción de hidrocarburos, la Formación Oficina es muy importante en la Cuenca Oriental de Venezuela. De hecho, son de Oficina las principales arenas que producen hidrocarburos desde la faja petrolífera del Orinoco hasta los campos próximos al eje de la Cuenca. Por otra parte, las lutitas de Oficina han sido consideradas por varios autores como rocas madres del petróleo para las arenas de esa misma formación.

En el Área Mayor de Anaco la Formación Oficina ha sido subdividida en siete intervalos de uso práctico basados en características de perforación, perfiles eléctricos, paleontología, etc., mal llamados miembros que en orden estratigráfico desde el más antiguo al más joven se designan con los nombres de:

- ❖ **Miembro Blanco:** conformado por arcillas poco consolidadas de color verdoso y marrón claro, presentando algunas arenas hacia la base.
- ❖ **Miembro Azul:** compuesto casi exclusivamente por arcillas poco consolidadas, plásticas de tonos verdosos y marrones claros. Presenta algunas arenas con microfósiles hacia la base.
- ❖ **Miembro Moreno:** arcillas poco consolidadas, con abundantes niveles de lignitos a lo largo de todo el miembro, con transición a lutitas carbonáceas poco duras, algunos niveles de areniscas blancas transparentes y verdosas, bien seleccionadas, calcáreas y glauconíticas. En el tope y la parte media del estrato, se encuentra conformado por arcillas de color gris claro, gris verdosa, plástica, soluble, blanda, limosa, con pequeñas intercalaciones de carbón, escasas intercalaciones de lutitas y areniscas cuarzo-cristalina de grano fino a medio. La parte basal del estrato, está constituida por una lutita gris verdoso oscuro-gris verdoso claro, laminar, en parte en bloque, moderadamente dura a blanda, limosa, hidratable.

- ❖ **Miembro Naranja:** arcillas poco consolidadas en el tope y que se hacen más compactas en la base, dando lugar a lutitas marrón claro y oscuro, laminares y algo calcáreas, existen también limolitas marrones y beige. Está caracterizado en el tope por una secuencia monótona de lutitas gris claro, gris oscuro, en bloque, blanda a moderadamente dura, en parte quebradiza, hidratable, ocasionalmente limosa, carbonosa, no calcárea. Luego continúa con lutitas gris oscuro-marrón oscuro, blanda a moderadamente dura, fisible, en parte quebradiza, limosa, microcarbonosa, levemente calcárea, con intercalaciones de limonita y areniscas cuarzo-cristalina, consolidadas, de grano fino a medio y porosidad visual regular. Hacia la base de este Miembro los espesores de areniscas y limonitas son mayores.
- ❖ **Miembro Verde:** predomina lutitas marrones a grises, homogéneas, de dureza media y tendencia laminar, limolitas arcillosas y algo de pirita. Está conformado en la parte superior por lutitas gris claro- gris verdoso, en bloque, blanda a moderadamente dura, fisible, ocasionalmente quebradiza, en parte limosa, hidratable y microcarbonosa, con intercalaciones que presentan mayor espesor de limonitas y areniscas de grano fino, con pobre porosidad visual e inclusiones de carbón.
- ❖ **Miembro Amarillo:** posee características similares a las del Miembro Verde, pero disminuye la proporción de limolitas. Predominan las lutitas gris oscuro-gris medio, en bloque, blanda a moderadamente dura, fisible, hidratable, soluble, en parte limosa, microcarbonosa, micropirítica, ligeramente calcárea, con intercalaciones de areniscas de grano fino a muy fino. Hacia la base del estrato existe abundante lutitas gris claro-marrón claro, en bloque, en parte laminar, blanda a moderadamente dura, en parte limosa, microcarbonosa, micropirítica y ligeramente calcárea.
- ❖ **Miembro Colorado:** es el miembro inferior de la Formación Oficina donde predominan arenas hacia el tope, en alternancia con algunos lignitos y se hace más lutítico hacia la base. El miembro Colorado está conformado por

intercalaciones de lutitas y bloques de areniscas. Las lutitas son de color gris oscuro, gris medio, sublaminaar, blanda a moderadamente dura, fisible, en parte quebradiza, en parte limosa son blanquecinas, beige, cuarzo-cristalinas, de grano fino a medio, sub-angular a sub-redondeado, matriz arcillosa, cemento silíceo, con inclusiones de carbón, abundante cuarzo libre. También muestra de carbón negro, moderadamente duro.

- **Formación Merecure**

Esta formación marca la trasgresión del Oligoceno y el desarrollo de la Cuenca durante el Oligoceno Medio y el Mioceno Inferior. En el Área Mayor de Anaco, Monagas Central, Urica y Norte del Área Mayor de Oficina, esta formación se caracteriza por la abundancia de areniscas masivas de grano medio, sucias mal escogidas, con estratificación cruzada, presentan intercalaciones, capas de lutitas que aparecen y desaparecen lateralmente, esto nos indica que la deposición fue en un ambiente de gran actividad, de origen continental y fluvial.

Informalmente la Formación Merecure se conoce como la arena “U”, en el norte de Oficina y Monagas Central comenzando con la arena “U-2”. En cambio, en el Área Mayor de Anaco y Urica las arenas de Merecure se designan con sufijos de letras mayúsculas del abecedario A, B, C, etc., precedido por la abreviación ME, comenzando con la arena ME-A en el tope de la formación y terminando con la ME-T4,5 hacia la base.

Corresponde a la edad oligoceno – Mioceno Temprano. Se caracteriza por poseer una secuencia de arenas que van desde ME-A hasta ME-T4,5, subyace a la Formación Oficina, marcando la transgresión del Oligoceno y el desarrollo de la Cuenca Oriental de Venezuela durante el Oligoceno Medio y el mioceno Inferior.

Las secuencias de arenas ME-A a ME-M1 se caracteriza por presentar por presentar mayormente areniscas cuarzo-cristalinas, beige-marrón claro, de grano fino

a muy fino, sub-redondeada a sub-angular, matriz arcillosa, cemento silíceo, con inclusiones de carbón, cuarzo libre, y con algunas intercalaciones de lutitas.

La secuencia estratigráfica comprendida entre ME-M2 y ME-S5 está constituida mayormente por areniscas beige-gris claro, grano medio a fino, sub-angular a sub-redondeado, friable, matriz arcillosa, cemento silíceo, microcarbonosa, cuarzo libre.

Entre ME-S6 y ME-t1 las areniscas son gris oscuro-beige, grano fino a medio, sub-redondeado, friable, matriz arcillosa, cemento silíceo, cuarzo libre y también carbón.

En la base de la Formación Merecure desde ME-T1 hasta ME-T4, T5, la sección se caracteriza por areniscas marrón claro-beige, grano fino a medio, sub-redondeado a redondeado, matriz arcillosa, cemento calcáreo, cuarzo libre, e intercalación de lutitas y carbón.

Se presume una marcada discordancia basal por encima del Grupo Temblador del Cretáceo, que, sin embargo, no está bien documentada. El contacto superior con la Formación Oficina es de aparente concordancia, pese al fuerte cambio litológico presente en ese nivel. Por consideraciones regionales, se presume que tanto el tope como la base de Merecure, se hacen más jóvenes hacia el sur y reflejan el avance del mar de Oficina en esa dirección.

- **Formación Vidoño**

Corresponde a la edad del Paleoceno. Está constituida por lutitas oscuras, ricas en foraminíferos, con capas menores de areniscas y limonitas calcáreas duras, con glaucomita.

De edad Paleoceno, esta formación está representada en la Serranía del Interior de Anzoátegui y Monagas por una sedimentación marina de aguas

relativamente profundas. El nombre fue introducido por Hedberg y Pyre (1944) y se deriva del caserío Vidoño, ubicado a unos 6 kilómetros al este de Barcelona. La localidad tipo esta en el río Querecual, desde el paso Santa Anita hasta unos 984 pies aguas abajo del mismo río.

Tiene un espesor aproximado en el área de 60 pies debido al fuerte período erosivo Pre-Oligoceno. La formación es transgresiva, predominantemente lutítica con zonas localizadas más arenosas. Presenta glaucomita, piritita y foraminíferos piritizados. En el subsuelo de Monagas, se caracteriza por una secuencia lutítica, seguida de una caliza masiva en la base intercalada con areniscas y lutitas blandas sin laminación y delgadas. Todos los tipos litológicos de la formación son frecuentemente glauconíticos: en dirección al Cratón de Guayana muestra intervalos de areniscas glauconíticas y limonitas calcáreas en su tercio inferior.

- **Formación Oficina**

Pertenece al Cretácico Superior – Terciario Inferior, edad básicamente Maestrichtiense con prolongación al Paleoceno. Esta formación representa el primer horizonte cretácico y se caracteriza por areniscas masivas, bien estratificadas casi sin interrupción y espesor aproximado de 800 pies. El contacto con la infrayacente Formación San Antonio es concordante y transicional, con fósiles índices de aguas profundas, calizas de color crema con glaucomita como mineral accesorio. La parte media del intervalo presenta una secuencia de lutitas y limonitas. La parte superior se caracteriza por capas masivas de areniscas con inclusiones de calcita e intercalaciones de limonitas.

La Formación San Juan presenta ambientes fluvio-deltaicos en la parte sur y costeros-marinos hacia el norte, es progresivamente más joven hacia el norte, a pesar

de que la base de la unidad está dentro del Maestrichtiense. San Juan se depositó como consecuencia de un impulso inicial de la Orogénesis del Cretácico Superior produciéndose un renovado aporte de arenas provenientes del Cratón de Guayana, las cuales se acumularon en forma de cuña que avanzaba hacia el norte recubriendo a la Formación san Antonio en forma diacrónica.

En Venezuela Norte-Central, hacia el este de la Formación Guárico; las areniscas de ambiente batial de la Formación san Juan suprayacen a las ftanitas negras y areniscas de la Formación San Antonio, a su vez, a finales del Maestrichtiense (60-65 m.a), la formación San Juan pasa a las lutitas oscuras de la Formación Vidoño.

Está constituida por tres arenas principales: SJ-A, SJ-B y SJ-C, las cuales presentan escasas intercalaciones de lutitas, con matriz arcillosa y cemento silíceo. El intervalo superior correspondiente a SJ-A está formado por areniscas cuarzo-cristalina, beige-marrón oscuro, de grano fino a medio, mientras que SJ-B presenta areniscas beige-gris oscuro-marrón oscuro, de grano fino a muy fino con intercalaciones de lutita.

Luego subyace SJ-C con el predominio de areniscas gris claro, gris verdoso, beige, de grano fino a medio, friable y buena porosidad visual.

- **Grupo temblador**

Corresponde a la edad Cretácico Tardío. La secuencia estratigráfica corresponde específicamente a las arenas: TEMB-A, TEMB-B, TEMB-C, TEMB-D y TEMB-E de matriz arcillosa, con granos sub-redondeados a sub-angulares.

- ❖ **TEMB-A:** se caracteriza por el predominio de areniscas blanquecinas-gris claro, de grano medio a fino, friable, mala a regular porosidad visual, cemento silíceo, microcarbonosa y cuarzo libre.
- ❖ **TEMB-B:** está conformado por areniscas de grano fino a medio, pobremente cementadas que se caracterizan en el tope por ser de color marrón oscuro, beige, gris oscuro, mientras que en la base son arenas cuarzo-cristalinas, beige, con abundante cuarzo libre.
- ❖ **TEMB-C:** está constituido por areniscas de grano fino a medio, en cuyo tope se caracterizan por ser cuarzo-cristalinas, beige, friable, y con abundante cuarzo libre, mientras que en la base son gris oscuro, con escasas intercalaciones de lutitas.
- ❖ **TEMB-D:** constituido por areniscas blanquecinas-beige, cuarzo-cristalinas, grano medio a fino, friable, micropirítica, en parte glauconítica, con intercalación de lutitas.
- ❖ **TEMB-E:** areniscas gris oscuro, cuarzo-cristalinas, grano medio a fino, friable, en parte consolidada, abrasiva, con inclusiones de glaucomita e intercalaciones de lutitas.

2.5.2 Ambiente de deposición

La Formación Oficina es reconocida como el resultado de la depositación del Paleodelta del río Orinoco durante el Mioceno Medio Tardío.

Las facies depositacionales deltaicas son el resultado de la interacción de un conjunto de procesos dinámicos, tales como energía de las olas, régimen de marea, corrientes, clima, etc., los cuales modifican y dispersan los depósitos clásticos provenientes de los ríos. En el sentido más amplio, el término delta se puede definir como las características depositacionales, tanto subaereas como subacuáticas, formadas por los sedimentos fluviales. En muchas ocasiones, los sedimentos fluviales

pueden ser fuertemente modificados por fuerzas marinas tales como olas, oleaje, corrientes y mareas, por lo que las características depositacionales encontradas en los deltas presentan una alta variedad. Los depósitos característicos de un delta son: canales distributarios, barras de desembocaduras, bahías interdistributaria, llanuras de marea, lomas de marea, playas, dunas eólicas, pantanos, marismas y llanuras evaporíticas.

Para que una acumulación deltaica significativa tenga lugar debe existir un sistema fluvial que transporte una importante carga de sedimentos provenientes de una cuenca de drenaje hacia una costa, donde los depósitos formarán una llanura deltaica.

2.6 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO ZAPATOS

2.6.1 Ubicación Geográfica

El área de estudio, (Campo Zapatos) se encuentra ubicado en el Área Mayor de Oficina, unidad que junto al Área Mayor de Anaco, conforma el Distrito Gas Anaco, geográficamente se ubica a 50 Km al Sur-Este de la ciudad de Anaco (Figura 2.7), estado Anzoátegui, y comprende los Campos Zapatos, Zanjas Zarza y Zulus lo cual es parte de lo que se denomina bloque Zeta.

El campo Zapatos se encuentra entre las coordenadas geográficas (9°12'00''-9°20'00'') de latitud Norte y (64°11'00''-63°51'00'') de longitud Este y entre las coordenadas UTM, N (1.018.000-1.030.000) y E (372.000-406.200) ^[5]

2.7 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO MATA R

2.7.1 Ubicación Geográfica

El Área Mayor Oficina se encuentra limitada arbitrariamente al Este por una línea rumbo NW, entre el extremo occidental del Campo Oritupano hacia el Sur y el Campo Onado al Norte; al Sur por una línea Este-Oeste situada al Sur de los Campos los Melones, Miga y Yopales Sur, que marcan el límite convencional entre los crudos pesados del Sur del Área Oficina y los crudos pesados y extrapesados de la Faja Petrolífera del Orinoco; al Oeste por el Campo Budare y al Noreste, por el corrimiento de Anaco entre los Campos el Toco y Guarío. La extensión superficial es de 141.500 Kilómetros cuadrados. En esta Área se encuentra el Campo Mata R ubicado aproximadamente a 50 Kilómetros al Sureste de la ciudad de Anaco, Estado Anzoátegui. [6]

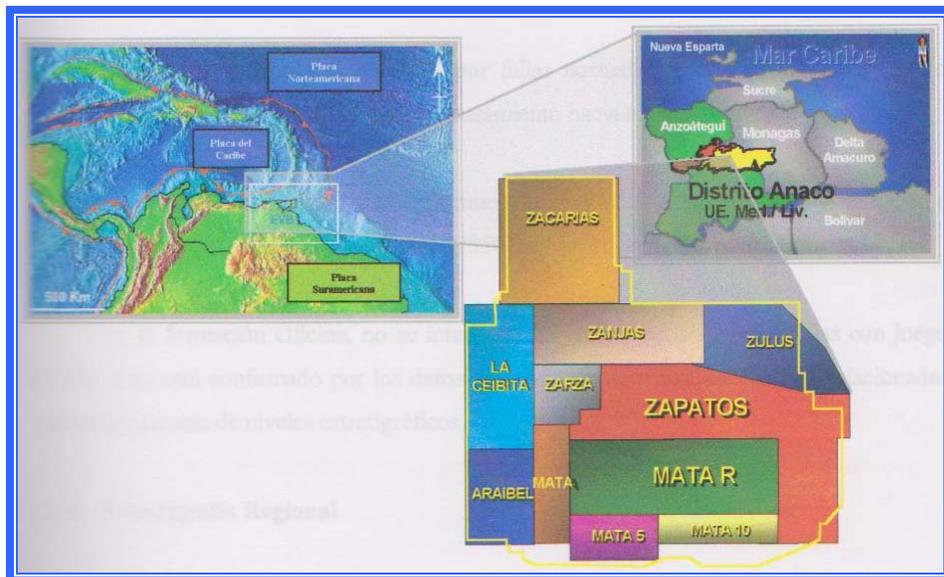


Figura N° 2.7 Ubicación Geográfica del Área Zapatos y Mata R. [6]

2.8 PERFORACIÓN DE POZOS

La única manera de saber realmente si hay petróleo en el sitio donde la investigación geológica propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos, es mediante la perforación de un pozo.

La profundidad de un pozo es variable, dependiendo de la región y de la profundidad a la cual se encuentra la estructura geológica o formación seleccionada con posibilidades de contener petróleo (por ejemplo, en Mendoza hay pozos de 1.500 a 1.800 metros de profundidad, y al pozo promedio en la cuenca neuquina se le asigna una profundidad de 3.200 metros, pero en Salta se ha necesitado perforar a 4.000 metros). La etapa de perforación se inicia acondicionando el terreno mediante la construcción de "planchadas" y los caminos de acceso, puesto que el equipo de perforación moviliza herramientas y vehículos voluminosos y pesados. Los primeros pozos son de carácter exploratorio, éstos se realizan con el fin de localizar las zonas donde se encuentra hidrocarburo, posteriormente vendrán los pozos de desarrollo. Ahora para reducir los costos de transporte los primeros pozos exploratorios de zonas alejadas pueden ser perforados por equipos mucho más pequeños que hacen pozos de poco diámetro.

Los pozos exploratorios requieren contar con variada información: Perforación, perfilaje del pozo abierto, obtención de muestra y cementación. De acuerdo con la profundidad proyectada del pozo, las formaciones que se van a atravesar y las condiciones propias del subsuelo, se selecciona el equipo de perforación más indicado. Hay diversas formas de efectuar la perforación, pero el modo más eficiente y moderno es la perforación rotatoria o trepanación con circulación de barro.^[7]

La productividad de un pozo y su futura vida productiva se verán afectadas por los trabajos efectuados durante la misma. Una buena planificación y prácticas de perforación apropiadas son los factores claves para evitar los principales problemas operacionales que puedan ocurrir en la misma. Por lo tanto, deben estudiarse

cuidadosamente cuáles son los problemas operacionales que pueden ocurrir y los factores que afectan dichos problemas, para evitarlos a futuro y reducir el tiempo no productivo.

2.8.1 Fases del Proceso de Perforación

El proceso de la construcción de pozos de la industria petrolera, comprende tres fases primordiales, las cuales son: mudar, perforar y completar.

2.8.1.1 Fase Mudar

Corresponde a las actividades que involucran el movimiento del equipo de perforación/rehabilitación desde un pozo a otro pozo, de un patio o dique a un pozo o viceversa. Su inicio se presenta en cualquiera de las siguientes situaciones. ^[7]

- a) Si es desde un pozo, comienza al iniciarse la desvestida del equipo de perforación/rehabilitación, después de probar el árbol de Navidad satisfactoriamente y/o se asegure el pozo.
- b) Si la mudanza es desde un patio o dique nacional, comienza con el primer movimiento de carga.
- c) Si la mudanza es desde un patio o dique del exterior, comienza con el primer movimiento de salida del puerto en Venezuela, después de realizados los trámites legales

La fase finaliza en los siguientes casos:

- a) Al iniciar la instalación de las líneas para controlar el pozo.
- b) Cuando se entregue el equipo de perforación de acuerdo a las condiciones del contrato.

Esta fase comprende las siguientes etapas:

Etapas Desvestir

- Equipo de perforación tierra: incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de perforación/rehabilitación para la fase de mudanza, desde el momento que se haya probado el árbol de navidad o asegurado el pozo anterior, hasta que se inicia el movimiento de cargas entre las localizaciones.^[7]
- Equipo de perforación lago - mar: incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de perforación/rehabilitación para la fase de mudanza desde el momento que se haya probado el árbol de navidad o asegurado el pozo anterior hasta el inicio de llevar anclas en gabarras o levantar patas en jack-up.^[7]

Etapas Transportar

- Equipo de perforación tierra: incluye el tiempo asociado al movimiento de cargas entre dos lugares (localizaciones, localización/patio o viceversa), desde el inicio del movimiento de la primera carga, hasta que se haya completado el movimiento de la última carga.^[7]
- Equipo de perforación lago - mar: incluye el tiempo asociado al movimiento del equipo de perforación/rehabilitación entre dos lugares (localizaciones, localización/dique o viceversa), desde llevar anclas/soltar boyas (gabarras) o levantar

patas (jack-up) hasta finalizar la actividad de agarrar boyas/posicionar equipo (gabarras) o bajar y posicionar patas en jack-up.^[7]

Etapa Vestir

- Equipo de perforación tierra: incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de perforación/rehabilitación para iniciar la etapa de Preparar pozo de la fase de Habilitar o Abandonar. Se inicia una vez completado el movimiento de la última carga de la localización anterior. Finaliza cuando se comienzan a instalar las líneas de control del pozo.^[7]
- Equipo de perforación lago - mar: incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de rehabilitación para iniciar la fase de Habilitar. Inicia cuando finaliza la actividad de tensar anclas en el caso de gabarras o posicionar y ajustar patas (precarga) en el caso de Jack-up. Finaliza cuando se comienzan a instalar las líneas de control del pozo.^[7]

Etapa Mantenimiento

Incluye el tiempo necesario dentro de la fase de mudanza, para realizar el mantenimiento programado y/o acondicionamiento del equipo de perforación/rehabilitación.^[7]

2.8.1.2 Fase Perforar

Esta fase corresponde al equipo de operaciones asociadas con la perforación del hoyo, evaluación tanto geológica como petrofísica y de revestimientos.

Consta de tres etapas:

Etapa de Perforar

Corresponde a las actividades relacionadas con la operación propiamente dicha. Comienza cuando la primera mecha pasa a través de la mesa rotaria en el primer hoyo

o para los hoyos subsiguientes, al comenzar a perforar el primer pie de perforación. Termina luego de sacar la sarta de perforación de limpieza, después de acondicionar el hoyo.

Etapas de Evaluación Geológica/Petrofísica

Corresponde a las actividades relacionadas con la toma de perfiles eléctricos necesarios para definir las características petrofísicas y geológicas del pozo, y la toma de núcleos. Comienza cuando se inicia la vestida del equipo para correr registros o núcleos y finaliza después de sacar la sarta de limpieza, si se va a continuar con la actividad de perforación o cuando se comienza a vestir el equipo para bajar el revestidor/camisa.

Etapas de Revestidores

Corresponde a las actividades asociadas a la bajada y cementación de los revestidores y camisa; así como la preparación del pozo para continuar las operaciones.

La selección apropiada de las tuberías de revestimiento, es uno de los aspectos más importantes en la programación, ya que el desarrollo de un programa efectivo de revestidores consiste en tres etapas las cuales son:

- Punto de asentamiento de la zapata.
- El tipo de revestidor.
- La presión de trabajo del cabezal del pozo.

Estos tres elementos determinan la resistencia de la configuración del pozo contra los efectos de presión y carga durante la perforación.

En la perforación de un pozo se utiliza normalmente, tres categorías de revestidores:

- **Revestidor de superficie:** Sirve para impedir la contaminación de los mantos de agua dulce, que pueden ser aprovechados para el consumo humano y/o industrial; juega un papel importante como asiento del equipo de control del hoyo (impidierreventones, válvulas, etc.).
- **Revestidor Intermedio:** Se asienta con la finalidad de separar estratos deleznable, que a mediana profundidad pueden comprometer la estabilidad del hoyo. Puede ocurrir en presencia de estratos cargados de fluidos a cierta presión que podrían impedir la seguridad y el avance de la perforación. Algunas veces los fluidos también pueden ser corrosivos.
- **Revestidor final de Producción:** Este revestidor tiene múltiples fines, proteger los estratos productores de hidrocarburos contra derrumbes, evitar mediante la adecuada cementación la comunicación entre el intervalo petrolífero y estrato acuífero subyacente.

2.8.1.3 Fase Completar

Esta fase corresponde a las actividades relacionadas con las operaciones de completación del pozo, incluyendo la bajada de un liner ranurado. Comienza en alguna de las siguientes situaciones:

- a) Después de terminada la operación de sacar la sarta de evaluación.
- b) Al iniciar el cambio del fluido de rehabilitación por el fluido de completación.
- c) Para el caso de completar con otro equipo o taladro, se inicia con los preparativos de acondicionamiento del hoyo.

Termina cuando el pozo queda listo para fluir a la estación de flujo, una vez probado satisfactoriamente el árbol de Navidad y/o se asegure el pozo. Esta fase comprende las siguientes etapas ^[7]

Etapas Preparar Pozo

Son actividades relacionadas con la preparación del pozo u hoyo previas a la completación. Comienza en alguna de las siguientes situaciones:

- a) Después de sacar la sarta de evaluación.
- b) Cuando se inicia el cambio de fluido para completar.
- c) Cuando se completa con otro equipo o taladro, se inicia cuando comiencen los preparativos para acondicionar el pozo.

Termina en cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) Al iniciar el ensamblaje de la sarta de completación
- b) Al iniciar el ensamblaje del equipo de empaque
- c) Al iniciar el ensamblaje del primer equipo de cañoneo de producción
- d) Al finalizar de sacar la sarta de ampliación del hoyo para empaque. ^[7]

Etapa Control De Arena

Son actividades relacionadas con las operaciones de estimulación o de empaque con grava durante el proceso de completación del pozo. Incluye actividades tales como: Cañonear, armar y bajar equipo de empaque, estimulación y empaque con grava.

Se inicia en cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) Al iniciar el ensamblaje del equipo de empaque
- b) Al iniciar el ensamblaje del primer equipo de cañoneo de producción finaliza al sacar la herramienta de empaque (setting tool), con tubos lavadores.^[7]

Etapa Completar

Corresponde a las actividades asociadas a la bajada del equipo de completación original del pozo. Se inicia con el ensamblaje del primer equipo de cañoneo de producción o en el inicio del ensamblaje de la sarta de Completación. Finaliza al terminar de probar satisfactoriamente la instalación del árbol de Navidad y/o asegurar el pozo.^[7]

2.8.2 Taladro de Perforación

La función principal del taladro de perforación es hacer el hoyo, lo más económicamente posible. Hoyo cuya terminación representa un punto de drenaje eficaz del yacimiento. Los taladros se clasifican de la siguiente manera; se tiene taladros de ambiente terrestre, la plataforma que es de ambiente marino profundos y

las gabarras. El tiempo de los taladros es primordial ya que influye en la economía y eficiencia de la perforación. Entre los componentes del taladro tenemos:

2.8.2.1 Torre o Cabria de Perforación

Es una estructura grande que soporta mucho peso, tienen cuatro patas que bajan por las esquinas de la infraestructura o sub-estructura. Soporta el piso de la instalación y además provee un espacio debajo del piso para la instalación de válvulas especiales llamadas impide reventones.

Además la infraestructura soporta el peso de la sarta de perforación cuando esta suspendida en las cuñas. El piso de la cabria soporta y sostiene el malacate, la consola del perforador y al resto de los equipos relacionados con la perforación rotatoria.

La altura de la torre no influye en la capacidad de carga del taladro. Pero si influye en las secciones de tubería que se pueden sacar del hoyo sin tener que desconectarlas (parejas).^[7]

Algunos de los elementos más importantes en el taladro de perforación son:

- **Corona**

Constituye la parte superior del taladro de perforación, donde el peso de la sarta de perforación es transmitido a la torre a través de un sistemas de poleas (Bloque corona, el cual sostiene y da movilidad al bloque viajero).^[7]

- **Encuelladero**

Constituye una plataforma de trabajo ubicada en la torre a una altura aproximada entre 90' y permite que el encuelladero coloque las parejas de tubería

y portamechas mientras se realizan operaciones como cambio de mechas, bajada de revestidores, etc. Para ello, este accesorio consta de una serie de espacios semejando un peine donde el encuelladero coloca la tubería.

- **Consola del perforador**

Constituye un accesorio que permite que el perforador tenga una visión general de todo lo que está ocurriendo en cada uno de los componentes del sistema: presión de bomba, revolución por minuto de la mesa, torque, peso de la sarta de perforación, ganancia o pérdida en el nivel de los tanques, etc.

Accesorios presentes en la consola del perforador.

- ❖ **Presión de las bombas:** Manómetro el cual está colocado en el indicador de presión.
- ❖ **Torque de las llaves:** Indicador del torque que se le da a la tubería y BHA.
- ❖ **Martín DecKer:**
- ✓ **Indicador de peso de la sarta:** Indicador del peso de la mecha y arrastre formado por dos agujas, amarillo y blanco, las cuales tienen diferentes funciones ambas. Entre ellas está comprendido dichos componentes:
- ✓ **Vernier (aguja blanca):** Indicador del peso de la mecha o arrastre cuando se saca tubería de formación.
- ✓ **Peso de la sarta (aguja amarilla):** Indicador del peso de la sarta o apoyo de la tubería más bloque y Top Drive.

- ✓ **Guachin Drill:** Nos sirve para llevar el control total de la perforación en el hoyo de lo que pasa con dichos parámetros con sensores de tanque y torquimetro.
- ✓ **Velocidad de la rotaria:** Nos sirve para indicar el torque y dicha rotaria.
- ✓ **Freno Eléctrico:** Nos sirve para acoplar con discos en el malacate.

- **Malacate**

Consiste en un cilindro alrededor del cual el cable de perforación se enrolla permitiendo el movimiento de la sarta hacia arriba o hacia abajo, dependiendo del tipo de operación a realizar. Además, el malacate transmite la potencia para hacer girar la mesa rotaria, los carretes auxiliares y sistemas de enrosques y desenrosques de tubería. Dentro de los accesorios encontrados en el malacate están:

- **El sistema de Frenos:** Constituido por un freno principal cuya función es parar el carrito y aguantarlo; además, se tiene el freno auxiliar que sirve de soporte al freno principal en casos de emergencia, ayudando a absorber la inercia creada por la carga pesada.

Otro de los accesorios o equipos del malacate es el sistema de transmisión que provee un sistema de cambios de velocidad que el perforador puede utilizar para levantar la tubería.

- **Bloque Corona y Bloque Viajero**

El bloque corona está ubicado en la parte superior de la torre, constituido por una serie de poleas. Su función es la de proporcionar los medios de soporte para suspender las herramientas. Durante las operaciones de perforación se

suspenden el gancho la unión giratoria, el cuadrante, la sarta de perforación y la mecha.

- **Gancho**

Es una herramienta localizada debajo del bloque viajero al cual se conectan equipos para soportar la sarta de perforación, se conecta a una barra cilíndrica llamada asa que soporta la unión giratoria. Los elevadores constituyen un juego de abrazaderas que agarran la sarta de perforación para permitirle al perforador bajar o subir la sarta hacia y desde el hoyo. ^[7]

- **Cable de perforación**

Esta constituido de acero de $1^{1/8}$ " a $1^{3/4}$ " de diámetro. Esta hecho de alambre de acero y es bastante complejo. Ha sido diseñado para cargas pesadas, por lo cual debe ser seleccionado según el peso que tendrá que soportar.

Se debe tomar en cuenta el tiempo de trabajo y uso rendido por el mismo para proceder a cambiarlo. El desgaste del cable es determinado por el peso, distancia y movimiento. De allí que deben llevarse estadísticamente en Taladros sobre el uso del cable de perforación.

- **Cuñas**

Son piezas de metal ahusado y flexibles con dientes y otros dispositivos de agarre, empleados para sostener la tubería en la mesa rotatoria alternativamente durante un viaje y evita que se resbale hacia adentro del hoyo cuando se esta conectando o desconectando la tubería. Las cuñas encajan alrededor de la tubería y se calzan contra el buje maestro.

Las cuñas rotatorias se utilizan exclusivamente con tubería de perforación; para el manejo de portamechas y tuberías de revestimiento se utilizan otros tipos de cuñas.
[7]

- **Llaves de potencia**

Comúnmente llamadas tenazas, se usan conjuntamente con las cuñas par hacer las conexiones de tubería y para realizar. Permitiendo enroscar y desenroscar la tubería de perforación.

Dos juegos de tenazas son necesarios para conectar o desconectar la tubería y su nombre variara según el modo en que sean usadas; para hacer una conexión mientras se esta manteniendo tubería en el hoyo, a las llaves que quedan a la derecha del perforador se les denominan de enrosque o apriete y a las de la izquierda se les denomina de contra fuerza o de aguante.

Las llaves o tenazas constan de mandíbulas o quijadas que se pueden graduar dependiendo del tamaño de la tubería con la que se esta trabajando. [7]

- **Cadena de Enroscar**

Es una cadena de acero utilizada para enroscar una unión de tubería cuando se esta introduciendo tubería al hoyo, enrollando un extremo de la cadena alrededor de la unión de tubería en las cuñas y el otro extremo se sujeta al tambor de enroscar del malacate.

Existen otras herramientas giratorias y de torsión de potencia, las cuales van reemplazando a la cadena de enroscar y a las tenazas, eliminando en algunos casos los peligros asociados con las cadenas de enroscar.

2.8.2.2 Sistema de Rotación

El sistema de rotación es el encargado de generar revoluciones a la sarta, la cual sostiene la mecha y con un peso sobre la misma se logran penetrar la formación.

Actualmente el sistema de rotación esta dividido en el método convencional y la nueva tecnología (Top Drive).^[7]

Indiferentemente el método rotativo a utilizar dentro de los componentes de este sistema se tiene:

- **Sarta de Perforación**

Esta compuesta de tubería de perforación y una tubería especial de paredes gruesa portamechas o lastrabarrenas. El lodo circula a través de los portamechas al igual que de la tubería de perforación. Transmite la potencia rotatoria a la mecha para poder perforar.^[7]

- **Tubería de perforación**

Constituye la mayor parte de la sarta de perforación, esta soportada en la parte superior por el cuadrante, el cual le transmite la rotación a través de la mesa rotatoria

Un tubo de perforación mide aproximadamente 30 pies, cada tubo tiene dos rosca, una interna denominada caja y otra externa conocida como espiga o pin. Cuando se conecta un tubo a otro, la espiga se inserta en la caja y la conexión se enrosca.

La tubería de perforación puede sufrir fallas originadas por corrosión, la cual comienza generalmente en el interior de la tubería.^[7]

- **Mechas**

La mecha, y el modo en que esta lleva a cabo su labor, son factores de gran importancia en la perforación. Mientras la mecha esta en el fondo del hoyo,

perforando, esta ganando dinero. Pero para poder seguir adelante con la perforación la mecha debe desempeñar su labor adecuadamente. La eficacia con que la mecha perfora depende de varios factores.

Entre estos factores se incluyen el estado físico de la mecha, el peso que se aplica sobre esta para que perfore y la velocidad con que es puesta a girar. Una mecha debe tener la capacidad para perforar un hoyo de diámetro completo durante el tiempo total que esta perforando en el fondo del mismo.

La decisión sobre el tipo de mecha que se debe usar depende de varios factores, tales como: la clase de formación que se va a perforar, el tamaño y el costo de la misma. Los tipos de mecha utilizados en la formación son las siguientes:

- Mechas de rodillos.
- Mecha de arrastre.
- Mecha de diámetro policristalino.

✓ **Método Convencional de Perforación.**

El método convencional consta de los siguientes complementos: Cuadrante o Junta Kelly, Unión Giratoria “Swivel” y la Mesa Rotatoria. A continuación, se describen cada uno de estos:

• **Cuadrante o Junta Kelly**

Permite la unión entre el Swivel y la sarta de perforación. Este es un tramo de la tubería de forma cuadrada o hexagonal, generalmente de 40 pies de largo, cuyo objetivo es transmitir el movimiento de rotación de la mesa rotatoria a la sarta de perforación. A medida que el buje de la mesa rotatoria gira, éste hace

girar el buje de cuadrante; como la tubería de perforación esta conectada a la base del cuadrante, ésta también tiene que girar. Igualmente, el cuadrante es parte del sistema de de circulación del fluido de perforación.

Un pozo de petróleo o gas es perforado en tramos cuya longitud es igual al tamaño del cuadrante; tan pronto el cuadrante haya perforado toda su longitud, o sea, cuando la unión giratoria queda cerca de la mesa rotatoria se sube la sarta de perforación para desconectar el cuadrante de la junta superior de la tubería.

La mecha quedara fuera del fondo en una distancia equivalente a la longitud del cuadrante, luego se conecte una nueva junta de tubería al cuadrante, se levanta y se hace la conexión a la sarta de perforación,

El cuadrante posee una serie de accesorios que tienen funciones específicas entre ellos se encuentran:

- **Unión sustituta del cuadrante**, localizada en la parte inferior del cuadrante y se conecta con la sarta de perforación. Se utiliza para mantener al mínimo el desgaste del enroscado de la tubería.

- **Válvula de Seguridad del Cuadrante**, forma parte del sistema de circulación del fluido de perforación y está colocada entre la unión giratoria y el cuadrante. Cuando se produce un contra flujo de alta presión dentro de la sarta de perforación, se cierra la válvula para impedir que la presión llegue a la unión giratoria y a la manguera de lodos.

- **Válvula de Seguridad para la tubería de perforación**, es usada como unidad de seguridad. Cuando se tiene una arremetida durante un viaje de tubería,

se conecta la válvula abierta al extremo superior de la tubería de perforación y se cierra, luego se conecta el cuadrante y se abre la válvula de seguridad.

- **Unión Giratoria (Swivel)**

Esta conecta directamente la válvula de seguridad de al cuadrante, permitiendo que la sarta de perforación gire. Además de sostener la sarta, sirve de conducto para que el lodo de perforación circule. Puede girar a más de 200 RPM, sostener cargas de cientos de toneladas y soportar presiones hidráulicas mayores a 3.000 libras por pulgada cuadrada.

Esta constituida de acero de alto grado ya que debe soportar de grandes esfuerzos, lo cual garantiza una alta durabilidad. Además, la unión giratoria proporciona una conexión para la manguera rotatoria por donde circula el fluido de perforación (cuando se está perforando el gancho cierra en la unión giratoria “Swivel”

- **Mesa Rotatoria**

Es una maquina sumamente fuerte y resistente que hace girar el cuadrante y la sarta de perforación. Cuando la perforación avanza la mesa rotatoria gira hacia la derecha; luego, cuando se extrae la tubería del hoyo, la mesa sostiene la sarta de perforación con las cuñas durante los intervalos cuando la tubería no esta suspendida del gancho.

Cuando la mecha llega al fondo del hoyo, la mesa rotatoria vuelve a girar variando a velocidad entre 40 y 200 RPM. A medida que el hoyo se va profundizando, el cuadrante baja a través de los bujes que van montados que van montados en las aberturas de la mesa.

Ente las partes que conforman la mesa rotatoria encontramos:

- Cuerpo de la mesa.
- Piso de la mesa.
- Polea de piñón de la transmisión.
- Conexión directa.

La mesa rotatoria tiene una superficie relativamente plana y limpia con unas secciones antiresbalante para mejor seguridad de la cuadrilla de trabajo.

Los accesorios de la mesa rotatoria permitirán hacer girar las herramientas en el hoyo y sostener la sarta de perforación mientras se hacen conexiones o viajes.

✓ **Nueva Tecnología de Sistema de Rotación:**

- **Top Drive**

El Top Drive es una de las últimas tecnologías que se ha venido aplicando en estos últimos años. Consiste básicamente en que la sarta de perforación y el ensamblaje de fondo reciben energía desde un motor que va colgado del bloque viajero el cual se desplaza en unos rieles guía hacia arriba o hacia abajo. Adicionalmente el equipo cuenta con un Swivel integrado, un manejador de tubería (pipe handler) el cual cuenta con un sistema para enroscar y desenroscar tuberías, una cabeza rotatoria y válvula de seguridad. ^[7]

- **Partes del sistema de Top Drive**

Las partes del Top Drive están comprendidas por mecanismos extensores, margen de velocidad alta/baja, carril de torsión cuchara (spoon), cojinete pivotante,

válvulas impide-reventones de fácil enrosque en la tubería de perforación manipulada a control remoto, mecanismos para inclinación, fijador de conexiones, grabber ó llave de contrafuerza, elevadores automáticos.

A continuación se explican sus partes:

- ✓ **Mecanismo Extensor:** Permite al perforador colocar el top drive sobre el hoyo de conexión (hueco de ratón) para efectuar las conexiones de las tuberías, manejar ensamblajes de fondo de pozo y asistir al encuellador en su plataforma.
- ✓ **Margen de Velocidad Alta/Baja:** Permite al perforador hacer cambios a distancia entre velocidad alta/baja sin parar la rotación.
- ✓ **Carril de torsión:** Transmite toda la torsión producida en el top drive a la parte inferior de la cabria (torre).
- ✓ **Cuchara (Spoon):** Permite al personal tomar secciones de tuberías “al vuelo” como en los viajes convencionales.
- ✓ **Cojinete Pivotante:** Permite la rotación de la parte que maneja la tubería en cualquier posición, así como soportar cargas de extrema vibración en las operaciones de martilleo o de percusión.
- ✓ **Válvulas Impide-Reventones de Fácil Enrosque en la Tubería de Perforación Manipulada a Control Remoto:** Permite al perforador cerrar la válvula a distancia y controlar el pozo, esta válvula puede ser eliminada o corrida dentro del mismo, aun bajo presión. También minimiza los derrames de lodo al cerrar la válvula más cercana al sub de descarga.

- ✓ **Mecanismo para Inclinación:** Permite 45grados de inclinación hacia delante para viajes y 75 grados hacia atrás para repasar hasta el fondo y también recoger los singles en la abertura en “v” del frente de la torre.
- ✓ **Fijador de Conexiones:** Proviene el desenrosque inadvertido o accidental de las conexiones.
- ✓ **Grabber ó Llave de Contrafuerza:** Permite aguantar y desenroscar los acoples de la tubería de perforación a cualquier posición/ altura de la cabria (torre) de perforación. Puede subirse o bajarse para acomodar diferentes Subs.
- ✓ **Elevadores Automáticos:** Dirigidos y controlados desde el panel del perforador. Con mecanismos de seguridad para evitar que se abran accidentalmente cuando están en uso debido al peso en ellos.
- ✓ **Parámetros Operacionales:** Los parámetros operacionales del Top Drive se manejan a través de la consola del perforador, la cual la orden a la casa de fuerza del Top Drive y por un variador de frecuencia van al equipo.

Entre los parámetros operacionales que maneja el equipo están:

- ✓ **Torque:** Es la fuerza que tiene en cada revolución por minuto del Top Drive, en el momento que se aplica una resistencia. Se maneja a través de un reóstato manual que se calibra por el operador. El torque propuesto es de acuerdo a los requerimientos permitidos por el BHA:
- ✓ **RPM:** Son las revoluciones por minuto que puede tener el sistema de rotación Top Drive. Son manejados a través de un reóstato el cual el operador coloca la velocidad exigida por el programa de perforación del pozo.

- **Funcionamiento Operacional del Top Drive:**

Con los elevadores automáticos se toma la junta superior de la sarta de perforación del encuelladero con la ayuda del mecanismo de inclinación en parejas de 90 pies y la coloca en la junta que esta sobre la mesa rotatoria sostenidas con las cuñas, se realiza la conexión y procede a darle energía a la sarta y con otros parámetros operacionales se procede a la penetración de la formación. ^[8]

2.8.2.3 Sistema de Seguridad

El evento menos deseado durante la perforación de un pozo son las arremetidas y los reventones. Las arremetidas es la intrusión de hidrocarburos (gas o petróleo) o agua salada, una vez que se pierden los controles primarios conformados por el mantenimiento óptimo de las condiciones del fluido de perforación como son: Densidad y reología, etc. Estas condiciones del lodo deben ser monitoreadas por el ingeniero de lodos y por unidades especializadas (Mud Logging, con la finalidad de detectar anomalías rápidamente y poder atacarlas sin perdida de tiempo). Una vez perdidos estos controles primarios se tendrá en el pozo un reventón que no es más que una manifestación incontrolada del fluido a alta presión.

Estos equipos son las válvulas impide-reventones (Blow Out Preventor). Dentro de las funciones principales de este equipo están: permitir un sello del hoyo cuando ocurra una arremetida, mantener suficiente contrapresión en el hoyo, prevenir que siga la entrada de fluidos desde la formación al pozo, mientras se esta realizando la restauración del pozo a sus condiciones normales. ^[8]

- **Los Preventores de Reventones**

Son equipos que se utilizan para cerrar el pozo y permitir que la cuadrilla controle un cabeceo o arremetida antes de que ocurra un reventón.

Existen dos tipos básicos de preventores: anular y ariete.

✓ **Los Preventores Anulares**

Poseen un elemento de goma que sella el cuadrante, la sarta de perforación, los portamechas o al hoyo mismo sino existiera sarta en el hoyo.

✓ **Los Preventores de Ariete**

Consisten de grades válvulas de acero (ariete) que tienen elementos de goma que sirven de sello. Existe un tipo de preventores de ariete que se conoce como **Preventores o Ariete de Tubería** porque cierra la tubería de perforación mas no puede sellar el hoyo abierto. Además, existe un tipo de ariete llamado de **Corte o Cizallamiento** que permite cortar la tubería de perforación en el caso de que los otros preventores fallen y así poder cerrar el pozo en el caso de una arremetida.

2.8.2.4 Sistema de Circulación

Está constituido por una serie de equipos y accesorios que permiten el movimiento continuo del eje principal en el fluido o lodo de perforación. El lodo de perforación es preparado en superficie utilizando equipos especiales que faciliten la mezcla y tratamiento del mismo.

Entre estos equipos se tienen:

- ✓ Bombas de lodos.
- ✓ Conexiones de superficie.
- ✓ Tubo vertical (Stand Pipe).
- ✓ Manguera del lodo.
- ✓ Polea giratoria (Swivel).
- ✓ Cuadrante (Nelly).

- ✓ Tubería de perforación.
- ✓ Espacio Anular.
- ✓ Portamechas (Drill Collars).
- ✓ Mechas.
- ✓ Tubo Canal (línea de retorno).
- ✓ Equipos de control de sólidos.
- ✓ Tanque de succión.

El equipo de control de sólido esta enlazado con el fluido, ya que este es un servicio especializado integrado. Una vez retornado el lodo, se procede a separarle los ripios producto de la perforación, esto se encarga el equipo de control sólido mediante los siguientes equipos:

- **Los Vibradores**

Constituyen el primer y más importante dispositivo para el control mecánico de los sólidos. Utiliza mallas de diferentes tamaños que permiten remover recortes de pequeños tamaños, dependiendo del tamaño de la malla, las cuales dependen de las condiciones que se observan en el pozo. El vibrador es la primera línea de defensa contra el aumento de sólido en el lodo. ^[8]

- **Los Hidrociclones**

Son recipientes en forma cónica en los cuales la energía de presión es transformada en fuerza centrífuga. El tamaño de los conos y la presión de bomba, determinan el tamaño de la partícula que se separa, menores presiones darán como resultados una separación más segura. ^[8]

- **Los Desarenadores**

Son utilizados con el propósito de separar la arena, utilizando generalmente un cono de 6" o más de diámetro interno. Estos conos manejan grandes volúmenes de lodo pero tienen la desventaja de seleccionar tamaños grandes de partículas, de allí que debe ser instalado adecuadamente. ^[8]

- **El Limpiador de Lodo**

Consiste en una batería de conos colocados por encima de un tamiz de malla fina y alta vibración. Este proceso remueve los sólidos perforados de tamaño de arena, aplicando primero el hidrociclón al lodo y haciendo caer luego la descarga de los hidrociclones sobre el tamiz vibratorio de malla fina.

- **Las Centrifugas de Decantación**

Aumentan la velocidad de sedimentación de los sólidos mediante el reemplazo de la fuerza de gravedad por la fuerza centrífuga. Los aumentos de viscosidad y resistencia de gel, son los mejores indicadores de que debe emplearse una centrifuga en un sistema de lodo densificado. Además de servir para ahorrar barita y para el control de viscosidad; las centrifugas también pueden tener otras aplicaciones. La descarga de la misma son sólidos secos. La reducción de costos del lodo sin sacrificar el control de las propiedades esenciales del mismo, es el único real y la justificación para emplear una centrifuga de decantación.

- **Los Degasificadores**

Son equipos que permiten la separación continua de pequeñas cantidades de gas presente en el lodo. El gas al entrar en contacto con el lodo de perforación, provoca

una reducción en su densidad, cuestión indeseable durante el proceso de perforación, ya que puede dar origen a una arremetida por la disminución de la presión hidrostática. Igualmente, el gas en el lodo reduce la eficacia de las bombas de lodo; por estas razones es necesaria la presencia de degasificadores en todos los equipos de perforación.^[8]

2.9 MUD LOGGING

El servicio de Mud logging para la construcción de pozos, consiste en el suministro y operación de equipos. Materiales, logística, transporte, personal técnico, ayudantes y operadores, necesarios para realizar el registro, monitoreo y análisis de los parámetros de perforación a ser obtenidos durante la perforación de los pozos que realice PDVSA.

Eso será para medir, registrar, predecir, guardar, transmitir (disponibilidad del dato) e imprimir de manera continua, en tiempo real y profundidad, todos los parámetros y variables relacionados al proceso de construcción del pozo, con lo cual se podrá realizar la correlación estratigráfica del pozo que se vaya a perforar con otros pozos, para detectar oportunamente los riesgos operacionales que pongan en peligro la integridad del pozo y del personal involucrado, además de suministrar los insumos para proyectar la presión de poro y el gradiente de fractura en un intervalo próximo a ser perforado. Los equipos de superficie de Mud Logging, lo componen: cabina, procesadores, monitores, sensores, cables y conexiones.^[7]

2.9.1 Cabina de Mud Logging

Esta cabina debe disponer de laboratorio completo para análisis geológico y condiciones de las muestras, sistema de adquisición de datos en línea aislado del campo de sensores por barreras de seguridad. Conexiones por cables múltiples, funcionando desde enchufes externo al tablero. Suministro de corriente

ininterrumpida en todos los equipos electrónicos con autonomía de promedio 10 minutos por carga completa. Comunicación de data a través de terminales graficas, fax, etc. La cabina debe de estar diseñada para resistir las condiciones normales de trabajo (tales como: lluvia, vientos, polvo y gases) y operaciones externas (vibración, ruido) características de las operaciones de construcción de pozos. La unidad debe tener suficiente espacio para el normal y confortable desenvolvimientote cinco personas, sin perturbar las funciones operacionales.

La cabina debe disponer como mínimo de los siguientes equipos:

- ✓ Equipo para medir la densidad de lutitas.
- ✓ Balanza eléctrica con precisión de 0.01 grs.
- ✓ Autocalcímetero para calcimetría y dolometría: cualquier equipo.
- ✓ Fluoroscopio: fluoroscopia cuantitativa y cualitativa.
- ✓ El equipo para análisis de carbonatos: balanza eléctrica de peso máximo 150 gramos y de precisión de 0.01 gramos.
- ✓ Microscopio estereoscópico y de polarización con una resolución mínima de 50x (equivalente a Nipón mod. SMZ-1500).
- ✓ Cámara fotográfica digital, de alta resolución para ser adaptada a microscopio estereoscópico.
- ✓ Iluminador de fibra óptica de alta intensidad para microscopio estereoscópico.
- ✓ Bandejas metálicas para muestras.
- ✓ Bandejas de porcelana con discos para varias muestras.
- ✓ Recolección, análisis y descripción litológica de muestra de canal, (ripios), utilizando tamices 10, 40, 80, 200.
- ✓ Horno o plancha de secados de muestras.
- ✓ Juegos de tamices.
- ✓ Detergentes para el respectivo lavado de muestras.
- ✓ Cajas plásticas para análisis de muestras.

- ✓ Preservación y embalaje de las muestras de acuerdo a los requerimientos de PDVSA.
- ✓ Todos los productos químicos necesarios para el respectivo análisis de los rípios.^[7]

2.10 PROBLEMAS OPERACIONALES

Los pozos exploratorios requieren contar con variada información: Perforación, perfilaje del pozo abierto, obtención de muestra y cementación. De acuerdo con la profundidad proyectada del pozo, las formaciones que se van a atravesar y las condiciones propias del subsuelo, se selecciona el equipo de perforación más indicado. Hay diversas formas de efectuar la perforación, pero el modo más eficiente y moderno es la perforación rotatoria o trepanación con circulación de barro.^[7]

La productividad de un pozo y su futura vida productiva se verán afectadas por los trabajos efectuados durante la misma. Una buena planificación y prácticas de perforación apropiadas son los factores claves para evitar los principales problemas operacionales que puedan ocurrir en la misma. Por lo tanto, deben estudiarse cuidadosamente cuáles son los problemas operacionales que pueden ocurrir y los factores que afectan dichos problemas, para evitarlos a futuro y reducir el tiempo no productivo.^[7]

2.10.1 Derrumbes Mecánicos

La estabilidad del pozo depende del equilibrio entre los factores mecánicos (presión y esfuerzo) y los factores químicos. La composición química y las propiedades del fluido de perforación deben combinarse para proporcionar la estabilidad del pozo hasta que se pueda introducir y cementar la tubería de revestimiento. Independientemente de la composición química del fluido de perforación, el peso de debe estar comprendido dentro del intervalo necesario para

equilibrar las fuerzas mecánicas que actúan sobre el pozo (presión de la formación, esfuerzos del pozo relacionados con la orientación y la tectónica). La inestabilidad del pozo se identifica por el derrumbe de la formación, causando la reducción del hoyo, lo cual requiere generalmente el ensanchamiento del pozo hasta la profundidad original. Además, el fluido de perforación debe ofrecer la máxima protección para no dañar las formaciones productoras durante el proceso de perforación.

2.10.2 Apoyos

El ensanchamiento de una formación inestable encima o debajo de una formación más estable, causa un hoyo excéntrico, donde la tubería tiende a descansar o apoyarse.

Los apoyos pueden formarse por:

- Formaciones intercaladas duras/blandas cuando las formaciones más blandas se salen del diámetro del hoyo.
- Capas de formaciones que reaccionan de manera diferente con fluidos de perforación y las más reactivas se disuelven y se salen del diámetro del hoyo. Los cambios de ángulo/dirección del hoyo en la zona inestable hacen que la mecha, estabilizadores y herramientas de cruce (cross-overs), se incrusten en las paredes de los pozos. ^[7]

2.10.3 Arrastres

Este problema se observa a la hora de sacar la sarta de perforación al sentirse un peso mayor, que puede ser indicio de algún colapso en las paredes del hoyo, es decir, es la resistencia friccional al movimiento entre dos superficies en contacto forzado. Ello genera un desgaste en la sarta de perforación y en caso de observarse durante las labores de perforación, la acción recomendada es bombear píldoras de alta y baja reología, para asegurarse con ello, la buena limpieza del hoyo.

2.10.4 Corte de Lodo por Gas

Los cortes de lodo por gas, aunque sean aparentemente severos, crean solamente una pequeña reducción en la presión del fondo del pozo. Un influjo pequeño del fondo del pozo puede cortar severamente el fluido en la superficie debido a la naturaleza compresible del gas que causa una gran expansión cerca de la superficie.

Cuando se circula una pequeña cantidad de gas hasta la mitad del pozo, la presión hidrostática del fluido será dividida. El volumen de gas se duplicará, pero prácticamente no tendrá efecto sobre la columna total del fluido. Cuando el gas alcance la mitad superior, el gas se duplicará otra vez, pero su efecto en el fondo aún no será significativo. Cada vez que el gas es circulado a la otra mitad desde el punto anterior el volumen se duplicará nuevamente. Cuando se acerque a la superficie, estos puntos medios quedan más próximos, resultando un rápido incremento del volumen del gas. El efecto total puede ser un corte severo del fluido por el lodo en la superficie, pero el efecto en el fondo del pozo es casi despreciable.

El corte de gas puede ser un problema significativo cuando se perforan pozos poco profundos. Dependiendo de la reducción de la columna hidrostática total, las arremetidas y los reventones en pozos poco profundos han ocurrido por cortes de gas. Generalmente una vez que el casing superficial es asentado, este problema se minimiza.

2.10.5 Embolamiento de Mechas y Estabilizadores

Este problema consiste en la pérdida de funcionalidad tanto de los estabilizadores, como de la mecha, éstas dejan de circular lodo. Estos problemas

suelen ocurrir en presencia de arcillas altamente reactivas y retrasan considerablemente las labores de perforación.

2.10.6 Pérdida de Circulación

Este es el problema que genera mayor impacto sobre las operaciones de perforación. Se denomina también pérdida de retorno y consiste en la pérdida total o parcial del fluido de perforación que se dirige a las formaciones del subsuelo. Ello se presenta cuando las aberturas existentes en las formaciones permiten el paso del fluido entero hacia ella, generando pérdidas que van desde 1 barril por hora de fluido hasta todos los retornos. Desde el punto de vista histórico, la pérdida de circulación ha sido uno de los factores que más contribuye a los altos costos del lodo. Otros problemas del pozo, como la inestabilidad del pozo, la tubería pegada, e incluso los reventones, son consecuencia de la pérdida de circulación.

Las causas de la pérdida de circulación son:

- **Pérdidas Naturales:** Debido a la invasión o pérdida de lodo hacia las formaciones que son cavernosas, fisuradas, fracturadas o no consolidadas. Las formaciones agotadas de baja presión (generalmente arenas) son similares en lo que se refiere al potencial de pérdida de circulación. Las zonas cavernosas o fisuradas Están generalmente relacionadas con las formaciones de carbonatos de baja presión.
- **Pérdidas Inducidas:** Debido a una excesiva presión inducida que fractura hidráulicamente a la formación.^[8]

Una buena planificación y prácticas de perforación apropiadas son los factores claves para impedir la pérdida de circulación, minimizando las presiones excesivas sobre la formación. Varias medidas pueden ser tomadas para impedir o minimizar la pérdida de circulación:

1. Colocar la tubería de revestimiento en la zona apropiada, de manera que el gradiente de fractura de la formación en la zapata de cementación de la tubería de revestimiento sea suficiente para soportar el cabezal hidrostático de los lodos más pesados que son requeridos para balancear las presiones en las formaciones subyacentes.
2. Minimizar las presiones de fondo.

En caso de ocurrir este problema, también se recomienda chequear la locación en superficie y sus alrededores manteniendo suficiente material antiperdida.

2.10.7 Alto Torque

Es cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido; el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. La propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que se denomina torque o momento de la fuerza. Ocurre cuando la sarta de perforación tiene excesivas revoluciones y ésta tiende a perder su capacidad de torque, debido a sobrepasar el límite permisible dado por el fabricante.

Este es otro gran problema debido a que cuando ocurre, limita la rotación por torque en la superficie y crea gran desgaste en los revestidores, altas tortuosidades dentro y fuera del revestidor, problemas de direccionamiento, colgamiento de la sarta, altas vibraciones, zapateos, pega, deslice, incremento en el riesgo de fatiga en la tubería de perforación y bajo desempeño en tasas de perforación e incremento en el número de viajes.

Para intentar contrarrestar este problema, es necesario que se use un elemento reductor de fricción como algún lubricante químico en los fluidos base agua que son

altamente beneficiosos para reducir la fricción y el torque en pozos con tortuosidades elevadas.

2.10.8 Pesca

Pesca es toda operación que tiene por finalidad la recuperación de los objetos extraños que se quedaron dentro del pozo durante los trabajos de perforación. En la industria petrolera, pescar se refiere a la aplicación de herramientas, equipos y tecnología para la remoción de desperdicios o cosas indeseables en un pozo.

- **Pescado** Se conoce como “pescado” a todo aquel objeto localizado dentro del hoyo que de una u otra forma interfiere con el normal desempeño de las operaciones de perforación, rehabilitación y reacondicionamientos de pozos y que para su recuperación es necesario aplicar operaciones técnicas especiales.^[8]
- **Pescante** Recibe el nombre de “pescante” toda herramienta diseñada para ser bajada sola o mancomunadamente en una sarta de pesca, conectada a la tubería y/o barras de perforación o completación y cuya finalidad es la “pesca” y recuperación de un “pescado” (libre o atascado) dentro de un pozo.^[8]

2.10.8.1 Herramientas de Pesca

La pesca, bien sea en un hoyo abierto o revestido, implica el uso de herramientas y accesorios, de los cuales se definirán a continuación los más utilizados^[8]

2.10.8.1.1 Over Shot

El pescante integral tipo overshot es un equipo que se utiliza para efectuar pescas de tuberías, mandriles y demás objetos tubulares, que por su localización

dentro del hoyo, pueden ser tomados por su parte externa. Sus características y diversidad de diámetros (desde 3-3/4” hasta 9-5/8”) lo convierten en una de las herramientas de mayor frecuencia de uso dentro de las operaciones de pesca. ^[8]

La sarta de pesca se pudiera complementar con el uso de una junta de seguridad y martillo mecánico (opcionalmente), martillo hidráulico (para impactar la sarta cuando el pez se atasca), acelerador (para incrementar el impacto del martillo sobre la sarta), barras y tubería de trabajo. ^[8]

2.10.8.1.2 Short Catch

Es un pescante que se utiliza cuando la zona de pesca es de poca longitud. El pescante se compone de top sub. O sustituto superior, el tazón, cuña de canasta y control de cuñas de canasta. Esta herramienta está diseñada de tal manera que las cuñas quedan en el extremo inferior quedando eliminada la guía. ^[8]

2.10.8.1.3 Taper Tap

La herramienta rabo de rata tiene la finalidad de conectar el pescado internamente con rotación hasta encastrar el pescado y recuperarlo.- Posee una forma cónica en donde la rosca trapezoidal carbonizada con tungsteno le da una alta dureza y excelente resistencia y la parte ensanchada varía según el diámetro externo se utiliza cuando las alternativas de pesca externamente se agotan y cuando el diámetro interno está definido si o no. Generalmente se recomienda bajarlo con una junta de seguridad y la trilogía éxito bumper sub, martillo acelerador ya que casi siempre cuando agarra se encastra y no suelta. Es por eso que se dice que es la última alternativa de pesca. ^[10]

2.10.8.1.4 Pescante Tipo Tarraja o Die Collar

Se utiliza para conectar el pescado externamente con rotación hasta encastrar el pescado y recuperarlo. Tiene las mismas características de resistencia que el rabo de rata. ^[8]

2.10.8.1.5 Pin tap

Tiene las mismas características del rabo de rata, pero se utiliza para recuperar wash pipe con zapata que se han quedado en el hoyo cuando se ha estado limpiando tubería por fuera que se han quedado por torque o lavado de la rosca. El pin tap por su condición de diámetro interno grande permite bajar externamente a través del tubo limpiando y llegar al wash pipe, encastrarlo con rotación, torque y recuperarlo. ^[8]

2.10.8.1.6 Pescante Integral tipo spear

El pescante integral tipo spear es un equipo conformado por: bull nose, vástago, spear grapple y tuerca de seguridad. Se utiliza para efectuar pescas internas de tuberías, empaaduras y demás objetos tubulares, que por su localización dentro del hoyo, pueden ser tomados por su parte interna. Sus características y diversidad de diámetros (desde 1.05” hasta 20”) lo convierten junto al overshot en las herramientas de mayor frecuencia de uso dentro de las operaciones de pesca. La sarta de pesca se podría complementar con el uso de stop sub, martillo mecánico (opcional), martillo hidráulico (para impactar la sarta cuando el pez se atasca), acelerador (para incrementar el impacto del martillo hidráulico sobre la sarta), barras y tubería de trabajo. ^[8]

En la figura N° 2.8 puede verse los pescantes antes explicados



Figura N° 2.8 a) Over Shot, b) Short Catch, c) Taper Tap, d) Spear, e) Pin Tap, f) Die Collar. [8]

2.10.9 Taponamiento

Este tipo de problema puede darse por hinchamiento o migración de arcillas o por incrustaciones de carbonatos. En el primer caso, se recomiendan usar una solución ácida (fluorhídrico o clorhídrico, etc.) con el fin de disolver las arcillas.

Debido a que cuando el fluido ácido penetra en la formación, entra en contacto con el crudo y puede formar una emulsión o precipitar asfaltenos, ambos pueden bloquear la formación, siendo el segundo fenómeno el más perjudicial para el reservorio y el uso de un surfactante puede disminuir este efecto. Y en el segundo caso, Durante la vida productiva de los pozos, normalmente ocurre un incremento en la producción de agua, esta agua contiene sales disueltas, normalmente calcio, el cual bajo ciertas condiciones puede precipitarse y taponar la formación. Esta situación puede controlarse, inyectando productos que prevengan la precipitación o vuelvan a solubilizar los materiales precipitados.

2.10.10 Pega de Tubería

La pega de tubería es uno de los problemas más comunes y más graves de la perforación. La gravedad del problema puede variar de una inconveniencia menor, que puede causar un ligero aumento de los costos, a complicaciones graves que pueden tener resultados considerablemente negativos, tal como la pérdida de la columna de perforación o la pérdida total del pozo. Un gran porcentaje de los casos de pega de tubería terminan exigiendo que se desvíe la trayectoria del pozo.

En general, la tubería se pega mecánica o diferencialmente. La pegadura mecánica es causada por una obstrucción o restricción física. La pegadura por presión diferencial es causada por las fuerzas de presión diferencial de una columna de lodo sobrebalanceada que actúa sobre la columna de perforación contra un revoque depositado en una formación permeable. ^[8]

2.10.10.1 Pega Mecánica de la Tubería

Puede ser clasificada en dos categorías:

1. Empaquetamiento del pozo y puentes, causados por:

- Recortes depositados.
- Inestabilidad de la lutita.
- Formaciones no consolidadas.
- Cemento o basura en el pozo.

2. Perturbaciones de la geometría del pozo, causadas por:

- Ojos de llave.
- Pozo por debajo del calibre.
- Conjunto de perforación rígido.
- Formaciones móviles.
- Formación de cavernas.
- Roturas de la tubería de revestimiento. ^[8]

2.10.10.2 Pega de Tubería por presión Diferencial

Esta pega ocurre, generalmente, cuando la tubería está estacionaria durante una conexión o la realización de un registro y está indicada por la circulación completa y la ausencia de movimiento ascendente/descendente o libertad de movimiento rotatorio, con la excepción del estiramiento y torque de la tubería.

Las causas son:

- La presión hidrostática del lodo excede la presión de la formación adyacente.
- La formación es permeable (generalmente arenisca) en el punto donde la tubería está pegada. ^[9]

Los atascamientos por presión diferencial ocurren a cualquier profundidad pero sus riesgos se incrementan cuando se perfora en yacimientos agotados. Tradicionalmente los problemas de atascamiento diferencial están relacionados con la formación de un revoque grueso en las paredes del hoyo, altas presiones de

sobrebalance, fluidos de perforación de alta densidad, alto contenido de sólidos y el alto filtrado. Estos últimos factores especialmente aumentan el espesor del revoque y el coeficiente de fricción, haciendo que sea más difícil liberarla. Basado en esto, muchos estudios han sido conducidos para diseñar fluidos de perforación que generen principalmente un revoque de menor espesor.

El atascamiento diferencial sólo puede ocurrir en formaciones de rocas permeables como areniscas, donde se forma el revoque del fluido de perforación. Esto no ocurre en formaciones de baja permeabilidad como las lutitas, donde normalmente el revoque del fluido de perforación no se forma.

2.11 TIEMPOS DE OPERACIÓN

PDVSA desarrolló una metodología única para el análisis de los tiempos operacionales, llamada: Análisis de Actividades de Construcción y Rehabilitación de Pozos, la cual permite:

- Evaluar índice de perforación por hoyo, campo y área.
- Identificar actividades susceptibles a ser mejoradas.
- Optimizar las operaciones de perforación.
- Obtener índices referenciales de apoyo para la planificación de los pozos a perforarse a corto y mediano plazo.

Con la implantación y análisis de esta metodología, se puede aplicar los correctivos técnicos que permitan mejorar la eficiencia de la perforación al reducir el tiempo no productivo, disminuyendo así el costo final del pozo. Para ello, se estandarizaron y codificaron las operaciones relacionadas con la construcción de un pozo, las cuales se clasifican en cuatro niveles jerárquicos (fase, etapas, actividades y subactividad), los cuales se relacionan con un nivel de detalle. Los Macros Procesos, son los de Construcción y Rehabilitación de Pozos, siendo el primero el que se tomará en cuenta para los efectos de este proyecto.

La secuencia típica del proceso de construcción de pozos contempla las fases: mudar, perforar, evaluar el yacimiento (opcional) y completar. ^[7]

2.11.1 Tiempo Productivo

Es el periodo de tiempo de aquellas actividades de los equipos de perforación, que contribuya al progreso de la construcción y/o rehabilitación del pozo, de acuerdo a lo planificado, o de eventos adicionales no contemplados en la planificación, que surgen a requerimiento del cliente. ^[7]

2.11.2 Tiempo No Productivo

Se define como el período acreditable a eventos o actividades en las operaciones, que retardan el avance de las actividades de construcción y/o rehabilitación de un pozo según lo planificado. Se inicia desde que se evidencia una actividad no productiva, hasta que se tenían antes del evento improductivo. Algunos de ellos son: acondicionamiento del hoyo, pérdida de circulación, atascamiento de la tubería, control de arremetida, desvío, corrección de cementación primaria, pesca, complejidad geológica, etc. ^[7]

2.11.3 Tiempo Perdido

Son todos aquellos acontecimientos no productivos que por su naturaleza, no son considerados como tiempo problema y no están asociados a condiciones del hoyo, sino a eventos logísticos y de superficie. ^[7]

Para la realización de un análisis de tiempos de operaciones, se debe llegar a un alto nivel de detalle, lo cual involucra la duración, no solo de las fases y las etapas, sino también de las actividades. ^[7]

2.12 BASE DE DATOS

2.12.1 Concepto

Es un conjunto de datos organizados de forma estructurada, los cuales pueden permitir el almacenaje de toda una diversidad de información a gran escala.

Por ejemplo, donde se almacena la data diaria, de los campos operacionales, los cuales están estructurados por diferentes características, que podrían ser:

Tabla N° 2.1 Cuadro Esquemático de una Base De Datos

BANCO	DE	DATOS	DE	CAMPOS	PETROLEROS
Nombre del Pozo		Campo		Tiempo de Perforación	Fecha
ZG-0345		Zapato		53,45	12/03/2007
MVR-0131		Mata R		37,33	06/09/2006

2.12.2 Pasos fundamentales para la Elaboración de una Base de Datos

Entre las principales características que podemos establecer de una base de datos se puede decir que involucra una serie de comandos precisos al computador para la actualización y consulta de la información, lo que se puede reducir a:

- Agregar nueva información a la base de datos.
- Clasificar la base de datos según un orden significativo.
- Buscar y/o ordenar datos de acuerdo a criterios definidos.
- Modificar la información de la base de datos.
- Borrar información seleccionada de la base de datos.

Lo que requiere que antes de iniciar la creación de una base de datos es necesario establecer su estructura, es decir, es necesario definir los caracteres que contendrá cada registro, ameritando que este proceso deba realizarse cuidadosamente para evitar en lo posible posteriores modificaciones a la estructura de una base de datos.^[7]

2.12.3 Función de una base de datos:

Entre las principales funciones que debe cumplir una base de datos tenemos:

- **Definición de Datos**

Es posible definir los datos que se almacenarán en un banco de datos, el tipo de los mismos (por ejemplo, números o caracteres) y las formas en que están relacionados. En algunas cosas, también es posible definir los datos que deben estar con formato y los datos que deben ser validados.

- **Manipulación de Datos.**

Es posible trabajar con los datos de muchas formas. Podemos seleccionar los campos de datos que deseáramos, o podemos filtrar los datos y ordenarlos. Además,

podemos unir los datos con otra información relacionada y realizar totales sobre esos datos.

- **Control de los datos.**

Se puede definir a las personas que están autorizadas a leer, actualizar o insertar los datos. En muchas ocasiones, también es posible definir en forma de que varios usuarios pueden compartir y actualizar los datos.

Lo que concluye que la máxima responsabilidad de un banco de datos, es proporcionar información de una manera rápida y flexible. Son múltiples y muy variadas las formas de obtener la información de él, lo que implica visualizar en pantalla los registros y elementos a obtener.

- **Restricciones de la Búsqueda.**

En un banco de datos voluminosos, tiene muy poco sentido desplegar o imprimir un listado completo, si quisiéramos solo los datos de un registro o de un restringido grupos de registros hay que especificar un comando determinado para seleccionar la información.

- **Ordenamiento de la información**

Después de haber introducido varios registros al banco de datos, es necesario contar con un procedimiento para clasificar la información de acuerdo con un criterio significativo, lo que conlleva a que muchas aplicaciones se necesitan de una manera indispensable para ordenar por dos criterios distintos.

- **Lenguaje**

Para desarrollar un lenguaje implícito, donde el programador se pueda expresar en términos de las acciones de tareas de ensamble, enriqueciendo el mundo con el concepto de rasgo para así, poder restringir el espacio de búsqueda de solución, lo que incorpora el concepto de borrador de solución a partir del cual se inicia una fase de refinamiento desprograma hasta llegar a una solución final.

Para implementar las herramientas de desarrollo, es necesario un compilador donde el concepto de programador, como herramienta de apoyo al desarrollo, de la solución.

- **Compilador**

El compilador, globalmente, se puede visualizar como dos grandes módulos: primero el especificador, encargado de la generación de un borrador del plan de solución y segundo el generador de código explícito, encargado de refinar e interpretar dicho plan hasta obtener una solución a la tarea especificada en términos operacionales.

- **Automatización de las fases de operaciones**

Un sistema de automatización puede ser visto, en términos generales como un sistema de supervisión y controlador en tiempo real que se encarga de dirigir una gran cantidad de información, esta fase puede ser operada y estructurada por módulos que se relacionan en diversos niveles jerárquicos lo que implica un alto nivel en el sistema que le facilita al usuario la disposición de cualquier información en el sistema.

- **Intérprete de comandos**

La interpretación de comandos consiste de tres fases:

1.-Configuración de comandos.

2.-El contenido de errores.

3.-La preparación de mensajes para enviar a los subsistemas, los cuales están predeterminados para desempeñar las siguientes funciones:

- Configurar un instrumento para determinar su medida.

- Configurar un equipo climático para restringir la temperatura determinada.

- Iniciar una operación.

- Cancelar una operación en un equipo.

- Preguntar cual es el estado actual del equipo.

- Preguntar cual es el valor de la medida del equipo. ^[7]

2.12.4 Bancos de Datos Relacionales

Los sistemas de gestión de bancos de datos modernos almacenan y traían la información utilizando el modelo de gestión relacional, dicho nombre implica que cada registro de datos contengan la información relacionada con un tema y sólo con ese tema, de allí que los datos de dos clases de información, tal como pozos perforados y pozos cementados, pueden ser manipulados como una única entidad basada en los valores relacionados. Por ejemplo seria una redundancia almacenar la información sobre el nombre y al dirección de un cliente con todos los pedidos que efectuó ese cliente. De modo que, en un sistema relacional, la información sobre los pedidos contiene un campo de datos que almacena unos datos, tal como el número de clientes, que pueden ser utilizados para enlazar cada pedido con la información del cliente que lo realiza.

En un sistema de gestión de Banco de Datos relacional, trata todos los datos en forma tabulada sobre un tema y disponen de unas columnas que contienen los diferentes tipos de información sobre ese tema, incluso cuando se realiza una de las facilidades par buscar una información procedente de una o más tabla, el resultado es siempre algo semejante a otra tabla.

También es posible unirse la información de varias tablas o consultas por valores relacionados. Por ejemplo, se puede conectar la información del cliente con la información del pedido para encontrar los clientes que han realizado esos pedidos, además, se puede conectar la información del empleado con una información del pedido para localizar los vendedores que gestionan el pedido.

- **Posibilidades de un Banco de Datos**

Un sistema de gestión de banco de datos proporciona un control completo sobre la forma de definir los datos, de trabajar con ellos, y de compartirlos con otros. El sistema también proporciona algunas características sofisticadas que permiten catalogar y gestionar grandes cantidades de datos presenta tres tipos de posibilidades: definición de los datos.

Toda esta funcionalidad está contenida en las potentes características del sistema automatizado, examinaremos como este sistema implementan las posibilidades y las comparemos con las posibilidades que nos brindan otros programas de tratamiento de textos y hojas electrónicas.

- **Definición y Almacenamiento de Datos**

Mientras estamos trabajando con un documento o con un hoja electrónica, generalmente se tiene plena libertad para definir los contenidos del documento o de cada una de las celdas de la hoja. Dada una página en su interior se pueden incluir párrafos de texto, una tabla, un gráfico o varias columnas de datos visualizados con varios tipos de letra.

Dentro de una columna dada de hoja electrónica es posible tener datos de texto en la parte superior a fin de definir los encabezados de la columna para su impresión o visualizados y también podemos disponer de varios formatos numéricos dentro de la columna, dependiendo de la función de la fila.

Esta flexibilidad es necesaria debido a que el documento de tratamiento del texto debe ser capaz de transmitir su mensaje dentro del contexto de la página impresa, y su hoja electrónica debe almacenar los datos que se analizan así como proporcionar los cálculos y la presentación del resultado deseado.

Esta flexibilidad es magnífica para resolver problemas de negocios bien definidos, pero relativamente sencillos, ya que una hoja electrónica se hace difícil de manejar cuando contiene algunos de cientos de filas de información, los documentos son prácticamente intratables cuando abarcan muchas docenas de páginas.

Cuando la cantidad de datos se incrementa, también se rebasan los límites de almacenamiento de datos de la hoja electrónica o del programa de tratamiento de textos o incluso el sistema de información. Si diseñamos un documento o una hoja electrónica para que sea utilizada para otras personas, será difícil (sino imposible) controlar la forma en que éstas utilizarán los datos o introducirá unos nuevos. Por

ejemplo, una celda de una hoja electrónica puede que se necesite una fecha o un valor monetario para que tenga sentido, y el usuario podría fácilmente introducir datos de carácter erróneos. Algunos programas de hojas electrónicas la permiten definir un área de Banco de Datos dentro de la hoja para que le ayude a gestionar la información que necesita para generar el resultado deseado.

No obstante, existe una restricción debida a las limitaciones de almacenamiento básico del programa de hoja electrónica, ya que no se tiene “el suficiente control sobre los datos introducidos en las filas y columnas del área del Banco de Datos. Además si necesitamos tratar algo más que datos numéricos y caracteres, encontraremos que la hoja electrónica no comprende cosas tales como imágenes o sonidos.

Este sistema permite definir el tipo de datos y la forma en que deberían almacenarse, también se puede definir como una parte funcional de las reglas que se deben seguir para asegurar la integridad de los datos. En un formato más sencillo, una regla de validación puede asegurar que no se almacenen accidentalmente caracteres alfabéticos en un campo que sólo debería contener números.

Otras reglas no permiten definir los valores o rangos de valores permitidos para los datos, en los sistemas más sofisticados, es posible definir una relación entre conjuntos de datos y solicitar que se asegure la consistencia entre éstos. Por ejemplo, se establece un sistema de verificación automática que asegure que cualquier pedido sea para un cliente válido.

En los sistemas sofisticados se pueden encontrar una gran diversidad en cuanto a la flexibilidad, para definir los datos tales como: Texto, fecha, hora, costo, compañía, etc. Para definir el ambiente de trabajo de los datos, en cuanto a la apariencia de los mismos cuando se visualicen o se impriman, además es posible

definir reglas de validaciones complejas o sencillas para asegurar que en el Banco de Datos sólo se almacenan valores correctos.

- **Manipulación de Datos**

Trabajar como datos en una hoja electrónica o en tratamiento de textos es muy diferente a trabajar con datos en un Banco de Datos, ya que en un documento de tratamiento de texto, se establecen datos en forma de tablas y se realizan un conjunto limitado de funciones sobre ellos, también se pueden realizar búsquedas de cadenas de texto en el documento original y, con la incrustación y vinculación de objetos, incluir tablas, gráficos o imágenes desde otras aplicaciones.

En una hoja electrónica, algunas celdas contienen las funciones que determinan el resultado deseado, y en otras se introducen los datos que proporcionan la información origen para esas funciones.

Los datos de una hoja electrónica dada sirven para un fin particular, y resulta difícil utilizar los mismos datos para resolver un nuevo problema, o se pueden realizar búsquedas limitadas para copiar un subconjunto de datos seleccionados de una hoja electrónica.

El sistema gerencial de Banco de Datos proporciona muchas formas de trabajar con los datos, por ejemplo, se puede buscar información en una tabla o solicitar una búsqueda compleja a través de varios archivos o tablas relacionadas, además, se puede utilizar un único campo o muchos registros con un solo mandato lo que implica escribir programas que hacen usos de las características lo que implica leer y actualizar datos.

- **Control de los Datos**

Las hojas electrónicas y los tratamientos de texto son estupendos para que un usuario resuelva sus problemas, pero son difíciles de utilizar cuando más de una persona necesita compartir los datos, las hojas electrónicas son útiles para proporcionar una plantilla de entrada de datos, pero no realizan bien el trabajo si necesitamos una validación de datos compleja. Por ejemplo, una hoja electrónica funciona bien como una plantilla para una factura en una pequeña empresa con un único propietario, pero cuando el negocio es mayor y requiere que varios vendedores introduzcan pedidos, es necesario un Banco de Datos.

Del mismo modo, una hoja de electrónica puede ayudar a los empleados a realizar informe de los gastos a una empresa, pero para llevar la contabilidad, los datos deben colocarse en un Banco de Datos.

Cuando es necesario compartir la información con otros usuarios, los sistemas de gestión de Banco de Datos reales nos permiten asegurar la información de modo que solamente los usuarios autorizados puedan leer o actualizar sus datos.

Un sistema gerencial de Banco de Datos que está diseñado para permitir la comparación de los datos, también posee características para asegurar que dos personas no puedan cambiar los mismos datos simultáneamente.

Los mejores sistemas también nos permiten agrupar los cambios de modo que estos éstos aparezcan en los datos. Por ejemplo, cuando introducimos un nuevo pedido para un cliente, probablemente deseamos saber si todos los artículos están registrados o, si se encuentra un error, que no se almacenen los cambios, además, deseáramos que nadie pueda visualizar el pedido hasta que haya sido introducido completamente.^[7]

2.12.5 Diseño del Banco de Datos

El diseño de Banco de Datos depende, hasta cierto grado, de la capacidad del computador lo que implica la derivación del flujo de acceso a la información, en otras palabras determinar las rutas de ingreso al Banco de Datos. En la siguiente figura se puede observar un diagrama de acceso que muestra las relaciones entre los caminos de ingreso y la estructura de datos.

Una vez creado el modelo de Datos para un sistema nuevo, se debe comenzar a definir sus requerimientos, par el objeto de Cementación de Pozos se emplean los siguientes requerimientos para desarrollar el Banco de Datos.

Un diagrama simple de acceso de datos mostrando los accesos únicos a los almacenamientos de datos, cantidad de cemento y porcentaje de aditivos.

Por otra parte los diagramas completos de acceso de datos para los almacenamientos de éstos se pueden derivar en: cantidad de sacos de cemento, código del material y el contrato de compras, lo cual apreciamos en el siguiente diagrama:

- **Diseño de diagramas jerárquicos de Datos para Aclarar las Relaciones entre Sistemas.**

Después de identificar los caminos de acceso para todos los almacenamientos de datos, se recomienda que se desarrolle un diagrama de jerarquía de datos que refleje las relaciones jerárquicas entre esos almacenamientos de datos.

En la mayoría de los sistemas existe una jerarquía lógica entre almacenamiento de datos, reconocerla e s ayudarlo a entender como implementar el Banco de Datos.

De esa forma este sistema es una manera de reconocer las relaciones jerárquicas, otra es a través del razonamiento y sentido común. En pocas palabras, se busca las correspondencias y las relaciones obvias entre propietario y/miembro y padre/hijo.

Por ejemplo si se sabe que un vendedor particular puede tener muchos contratos para la venta de aditivo de cemento para la cementación de pozos y que un contrato no puede existir sin estar relacionado con un vendedor específico, eso establece la jerarquía es este caso los contratos están subordinados al vendedor.

En un diagrama de acceso de datos, las cajas representan almacenamiento de datos, y una flecha con una punta indica una relación de uno a muchos.

- **Evaluar y Refinar el Plan de Banco de datos.**

Después que se continúe trabajando en las especificaciones de procesos, se descubren patrones que ayudan a efectuar la elaboración más sintetizada del Banco de Datos.

Lo que implica lo siguiente, mientras se examina la relación entre Tipos de Cementos y Cantidad de Aditivos, se pueden apreciar que requieren de dos nuevos almacenamientos de datos para tener una certeza de que, la información es procesada por el Banco de Datos.

Es posible que un número ilimitado de adelantos puedan ser aplicados contra un saldo final único similarmente, un adelanto único puede ser, aplicado a un número ilimitado de saldos finales, para seguir la pista entre adelantos y saldos se añade un nuevo procesador de datos llamado Aplicaciones de adelanto por compras.

- **Estructuración y Empaquetamiento de los datos del sistema**

Después de haberse elaborado una lista de contenido para cada almacenamiento de datos, se identifican los caminos por los cuales cada almacenamiento será accedido, y se han definido las relaciones jerárquicas entre los almacenamientos.

Después de haber avanzado suficientemente en esta parte del proceso de Diseño del Banco de Datos, el trabajo de estructuración y documentación que falta está bastante bien encaminado para la automatización del sistema.

- **Documentar el Diseño Físico del Banco de Datos**

Después que haya determinado cual será la organización física del Banco de datos del sistema el último paso es documentar la organización, para lo cual se necesitan crear formatos de registros y otros materiales de soporte que estarán disponibles cuando los programas de aplicación sean desarrollados, lo que implica que la tarea de documentación es mecánica.

Para ello se necesita decidir las denominaciones que tendrán los archivos que sean significativos, y que satisfagan los requerimientos de denominación de su sistema y los estándares del negocio.

Puede ser difícil crear una denominación de ocho caracteres que describa significativamente un archivo, pero que haga lo mejor que pueda, casi siempre, se verá obligado a implementar abreviaciones.

Para desarrollar los formatos de registros, trabaje directamente desde las listas de contenidos que ya se han desarrollado para los almacenamientos de datos del

sistema. Naturalmente, si se decide cambiar o dividir los almacenamientos de datos, se necesitará efectuar los ajustes apropiados mientras trabaje desde las listas de contenido a las descripciones de registro, en la mayoría de los casos todo lo que se tiene que hacer para crear una descripción de los registros es trasladar la lista de contenido de formato – libre a cualquier lenguaje de programación que esté usando para desarrollar el sistema.

Mientras se crean las descripciones detalladas de registros, tendrán que tomar decisiones sobre la longitud y características de cada campo. En lo posible, almacene los datos numéricos en un formato que sea eficiente para los cómputos. Asegúrese que todos los campos tengan el mismo tamaño, si existen campos similares en varios archivos, asegúrense que sean compatibles en tamaños y representación de los datos. También se debe estar claro sobre bloquear los factores que puedan afectar el funcionamiento de los programas mientras se organizan los registros. ^[7]

2.13 DFW (DIMS FOR WINDOW)

DIMS TM es una base de datos que integra global y totalmente, las comunicaciones y los datos de ingeniería de sistema de gestión para la perforación y buena terminación de servicio. Como un sitio completo basado en reporte de operaciones, puede prepararse para ser adaptado a cualquier campo o ambiente de operaciones, para facilitar los reportes de operaciones y las consultas necesarias. Equivale a carpetas de pozos, solo que la información se encuentra digitalizada y organizada, bajo un mismo formato, lo que permite un manejo más fácil de los datos.

Las herramientas de DIMS pueden configurar fácilmente un pozo completo basado en las operaciones de sistema de información y base de datos, y escalar a prácticamente cualquier entorno operativo de campo para facilitar las operaciones de información y necesidades puntuales de consulta.

Mientras sus propiedades están siendo cargadas o modificadas, se puede obtener una información rápida de la historia del pozo por medio de este software. El usuario especifica que datos se lleva de un informe a otro y el sistema proporciona la aprobación de estos datos, las entradas obligatorias y los rangos de valores.

DFW permite la generación de preguntas, ya que la herramienta cuenta con un analizador de datos y una caja de herramientas de ingeniería de los informes y gráficos normalmente pedidos. Según se expresa en el manual de Flujo de Trabajo de las Aplicaciones de Perforación Landmark para PDVSA.

DIMS fue creado para reemplazar la antigua forma de guardar la información de archivos o carpetas. Los problemas principales de tener la información así son:

- No todos los usuarios pueden acceder a la información al mismo momento.
- Durante el manejo de la carpeta alguna información importante se puede extraviar.
- Duplicidad de la información. ^[7]

2.14 VISUAL BASIC

Visual Basic es un lenguaje de programación desarrollado por Alan Cooper para Microsoft Figura N° 2.9. El lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes agregados. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo completamente gráfico que facilitara la creación de interfaces gráficas y, en cierta medida, también la programación misma. Desde el 2001 Microsoft ha propuesto abandonar el desarrollo basado en la API Win32 y pasar a trabajar sobre un framework o marco común de librerías independiente de la versión del sistema

operativo, .NET Framework, a través de Visual Basic.NET (y otros lenguajes como C Sharp (C#) de fácil transición de código entre ellos).^[10]

Visual Basic (Visual Studio) constituye un IDE (entorno de desarrollo integrado o en inglés Integrated Development Environment) que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código (programa donde se escribe el código fuente), un depurador (programa que corrige errores en el código fuente para que pueda ser bien compilado), un compilador (programa que traduce el código fuente a lenguaje de máquina), y un constructor de interfaz gráfica o GUI (es una forma de programar en la que no es necesario escribir el código para la parte gráfica del programa, sino que se puede hacer de forma visual).^[10]

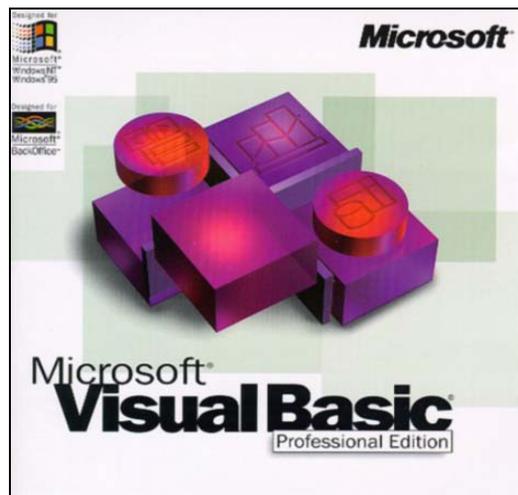


Figura N° 2.9 Visual Basic.^[11]

- **Compilador**

El compilador de Visual Basic x.0 genera ejecutables que requieren una DLL para que funcionen, en algunos casos llamada MSVBVMxy.DLL (acrónimo de "Microsoft Visual Basic Virtual Machine x.y", siendo x.y la versión) y en otros

VBRUNXXX.DLL ("Visual Basic Runtime X.XX"), que provee todas las funciones implementadas en el lenguaje. Además existen un gran número de bibliotecas (DLL) que facilitan el acceso a muchas funciones del sistema operativo y la integración con otras aplicaciones. Actualmente la mayoría de estas bibliotecas y componentes adicionales para ejecutar los programas desarrollados en Visual Basic 6.0 vienen de serie en las versiones de Windows posteriores a XP. En versiones anteriores será necesario instalar la librería en tiempo de ejecución (runtime) y las bibliotecas comunes que se pueden descargar del sitio web de MSDN. ^[10]

- **Entorno de desarrollo**

Su entorno de desarrollo es muy similar al de otros lenguajes e IDE's.

- Se compone principalmente de su **barra de herramientas** y **menús** que se pueden personalizar con prácticamente la completa totalidad de los comandos del IDE a necesidad.
- El **espacio de trabajo** donde se muestran todas las ventanas del proyecto, las vistas de código de módulos y objetos, y las vistas de diseño de formularios y componentes.
- El **Cuadro de herramientas** (por defecto a la izquierda) contiene los controles con los que componen las ventanas de nuestra aplicación. Por defecto disponemos los controles básicos:
 - (PictureBox) Caja de Imagen
 - (Label) Etiqueta
 - (TextBox) Caja de texto
 - (Frame) Marco
 - (CommandButton) Botón de comando
 - (CheckBox) Casilla de verificación
 - (OptionButton) Botón de opción

- (ComboBox) Lista desplegable
- (ListBox) Lista
- (HScrollBar) Barra de desplazamiento horizontal
- (VScrollBar) Barra de desplazamiento vertical
- (Timer) Temporizador
- (DriveListBox) Lista de unidades de disco
- (DirListBox) Lista de directorios
- (FileListBox) Lista de archivos
- (Shape) Figura
- (Line) Línea
- (Image) Imagen
- (Data) Conexión a origen de datos
- (OLE) Contenedor de documentos embebidos compatibles con Object Linking and Embedding.

Se pueden agregar todo tipo de controles de terceros, una gran cantidad de ellos de serie con la instalación de Visual Basic 6.0, que vienen embebidos dentro de archivos de extensión *.OCX.

- El panel lateral derecho contiene dos vistas principales:
 - El **Explorador de Proyectos**, que muestra todos los elementos que componen nuestro proyecto o grupos de proyectos (formularios, interfaz de controles, módulos de código, módulos de clase, etc.)
 - El **Panel de propiedades**, donde se muestran todos los atributos de los controles de nuestros formularios o la información de módulos clase y formularios entre otros muchos.

- **La Ventana de inmediato** (por defecto en la parte inferior aunque puede no estar visible. Utilizar Ctrl+G mostrar la ventana). Figura 2.10. Esta ventana

resulta una herramienta muy útil a la hora de depurar código o incluso de hacer pruebas rápidas ya que permite imprimir mensajes de texto desde nuestro código y ejecutar sentencias simples de código (solo sentencias que se puedan representar en una sola línea, no permite bloques) que puede ser desde código de nuestra propia aplicación, por ejemplo consultar el valor de una variable o llamar a un método declarado en el módulo que se esta depurando, así como ejecutar código al vuelo, esto viene a ser por ejemplo probar cosas como: $?2+2$

Al ejecutarlo devolvería el resultado de la operación, pudiendo usar variables del código de la aplicación, o sentencias de código como:

Msgbox "Prueba de cuadro de mensaje de error.", vbCritical, "Titulo del mensaje"

A la hora de depurar errores es útil para consultar el error en cuestión: $?Err.Number$.

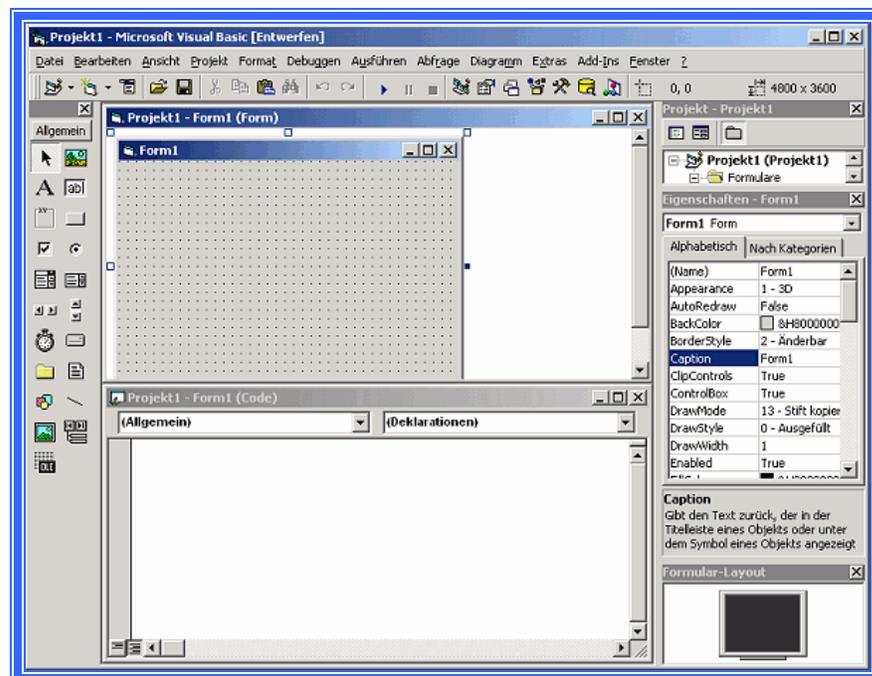


Figura N° 2.10 Diseño de la Tabla de Visual Basic. ^[12]

- **Versiones**

Las versiones de Visual Basic para Windows son muy conocidas, pero existe una versión de Microsoft Visual Basic 1.0 para MS-DOS (ediciones Profesional y Estándar) menos difundida y que data de 1992. Era un entorno que, aunque en modo texto, incluía un diseñador de formularios en el que se podían arrastrar y soltar distintos controles.

La última versión sólo para 16 bits, la 3.0, no incluía una detallada biblioteca de componentes para toda clase de usos. Durante la transición de Windows 3.11 a Windows 95, apareció la versión 4.0, que podía generar programas de 16 y 32 bits a partir de un mismo código fuente, a costa de un gran aumento en el tamaño de los archivos "runtime" necesarios. Además, se sustituyen los controles VBX por los nuevos OCX. Con la versión 5.0, estuvo a punto de implementar por primera vez la posibilidad de compilar a código nativo, obteniendo una mejora de rendimiento considerable. Tanto esta como la posterior 6.0 soportaban características propias de los lenguajes orientados a objetos, aunque careciendo de algunos ítems importantes como la herencia y la sobrecarga. La versión 6.0 continúa utilizándose masivamente y es casi compatible prácticamente al 100% con las últimas versiones de Windows como Vista y Windows 7.

Las versiones actuales de Visual Basic se basan en la plataforma .NET, que se desligan de las anteriores versiones.

Cabe mencionar que aunque menos conocido, existió también una versión gratuita de Visual Basic 5.0 dedicada en su práctica a desarrollo de controles y componentes, su nombre en concreto era **Microsoft Visual Basic 5.0 Control Creation Edition** (Visual Basic 5 CCE). También hubo versiones orientadas al

desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles basados en Windows CE y Pocket PC, conocido como **eMbedded Visual Basic**.^[10]

- **Entornos de desarrollo**

Existe un único entorno de desarrollo para Visual Basic, desarrollado por Microsoft:

- **Microsoft Visual Basic** x.0 para versiones desde la 1.0 hasta la 6.0, (con las diferencias entre las versiones desde la 1.0 (MS-DOS/Windows 3.1) hasta la 3.0 (16 bits, Windows 3.1/95) y las de la 4.0 (16/32 bits, Windows 3.1/95/NT) hasta la 6.0 (32 bits, Windows 9x/Me/NT/2000/XP/2003 server/Vista/2008 server/7)
- **Alternativas multiplataforma o externas a Windows**

Existen múltiples alternativas dentro y fuera de Windows que intentan imitar a este lenguaje y su mecánica de desarrollo. El más conocido y popular es Gambas:

- **Gambas** es un proyecto libre para implementar programación visual con Basic en GNU/Linux.
- Está derivado principalmente de Visual Basic, adaptándose a partir de su lenguaje y su entorno de desarrollo, para implementar su propia variante, parcialmente compatible con Visual Basic, aportando y enriqueciendo con las oportunidades que brinda GNU/Linux.

Otras opciones conocidas son Real Basic o PureBasic que permiten desarrollar bajo Windows, Linux, Mac OS e independientemente, PureBasic permite desarrollar

también para Amiga OS. A diferencia de Gambas, estas son soluciones comerciales y no son libres.

➤ **Características de Visual Basic**

- Barra de título: muestra el nombre del proyecto y del formulario q se está diseñando actualmente
- Barra de menús: agrupa los menús despegables que contiene todas las operaciones que pueden llevarse a cabo con Visual Basic 6.0.
- Barra de herramientas estándar: contienen los botones que se utilizan con mayor frecuencia cuando se trabaja con un proyecto. Simplifica la elección de opciones de los menús Archivo, Edición, Ver y Ejecutar; además, en el área derecha presenta la ubicación (coordenadas) y el tamaño del objeto seleccionado
- Ventana de formulario: es el área donde se diseña la interfaz gráfica, es decir, es donde se inserta electo gráficos, como botones, imágenes, casilla de verificación, cuadros de listas, etc.
- Cuadro de herramientas: presenta todos los controles necesarios para diseñar una aplicación, como cuadros de texto, etiquetas, cuadros de listas, botones de comandos, etc.
- Ventana de proyecto: muestra los elementos involucrados en el proyecto, como formularios, módulos, controles oxc, etc. Cada elemento puede seleccionarse en forma independiente para su edición.
- Ventana de posición del formulario: muestra la ubicación que tendrá el formulario en la pantalla, cuando ejecute la aplicación. Esta ubicación puede cambiarse si se hace clic con el botón izquierdo del mouse.
- La Ventana propiedades muestra todas las propiedades del control actualmente seleccionado, en este caso muestra las propiedades del Form1,

luego podemos ver que abajo dice "Form1 Form", lo que está en negrita es el nombre del objeto, y lo que le sigue es el tipo de objeto, en este caso es un Formulario (Form).

➤ **Ventajas**

- Es un lenguaje **RAD**.
- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.
- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con suma facilidad la plataforma de los sistemas Windows dado que tiene acceso prácticamente total a la API de Windows incluidas librerías actuales.
- El código en Visual Basic es fácilmente migrable a otros lenguajes.
- Es un lenguaje muy extendido por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Fácilmente extensible mediante librerías DLL y componentes ActiveX de otros lenguajes.
- Posibilidad de añadir soporte para ejecución de scripts, VBScript o JScript, en las aplicaciones mediante Microsoft Script Control.
- Acceso a la API multimedia de DirectX (versiones 7 y 8). También esta disponible, de forma no oficial, un componente para trabajar con OpenGL 1.1: VBOpenGL type library
- Existe una versión integrada en las aplicaciones de Office, versiones tanto Windows como Mac, que permite programar macros para extender y automatizar funcionalidades en documentos como por ejemplo una hoja de calculo de EXCEL o una base de datos ACCESS (VBA)
- Es un entorno perfecto para realizar pequeños prototipos rápidos de ideas.

➤ **Inconvenientes**

- Sin soporte oficial de Microsoft desde el 4 de abril de 2008 (aunque existe mucha documentación disponible en el sitio de MSDN incluidas descargas de Service Packs, paquetes de dependencias mínimas y similares en el sitio web de Microsoft).
- No es multiplataforma (Sin embargo se pueden usar emuladores e interpretes para correrlos en otras plataformas).
- Por defecto permite la programación sin declaración de variables. (que puede ser sencillamente corregida escribiendo la frase *Option Explicit* en el encabezado de cada módulo de código, en cuyo caso será menester declarar todas las variables a utilizar, lo que a la postre genera código más estable y seguro).
- No permite programación a bajo nivel ni incrustar secciones de código en ASM (aunque es posible ejecutar código ASM mediante pequeños hacks como este).
- Sólo soporta librerías dinámicas (DLL) que usen la convención de llamadas *_stdcall* y componentes y librerías ActiveX.
- Es un lenguaje basado en objetos pero no implementa por completo la filosofía de Orientación a Objetos (véase POO).
- No permite la sobrecarga de operadores ni métodos.
- No permite nombres de espacio.
- No soporta el punteros a memoria salvo en algunas acciones concretas, como por ejemplo pasar la dirección de memoria de una función como argumento (operador AddressOf).
- No soporta tratamiento de procesos como parte del lenguaje.
- No incluye operadores de desplazamiento de bits como parte del lenguaje.
- No permite el manejo de memoria dinámica, punteros, etc. como parte del lenguaje.

- No soporta el tratamiento de excepciones. Su tratamiento de errores se basa en la captura de mensajes y desvió del flujo de ejecución de la forma tradicional del BASIC (On Error Goto <etiqueta/numero línea>).
- No controla todos los errores de conversión de tipos dado que en muchas ocasiones hace conversiones al vuelo (sobre todo al usar variables de tipo *Variant*).
- Aunque existen opciones avanzadas en el compilador para desactivar los controladores de desbordamiento de enteros o las comprobaciones de límites en matrices entre otros (presumiblemente para optimizar y lograr algo de rendimiento) no es seguro del todo dado que hay más posibilidades de generar una excepción grave no controlada por el interprete (y por consiguiente el programador) o un memory leak haciendo el programa altamente inestable e impredecible.
- No tiene instrucciones de preprocesamiento.
- El tratamiento de mensajes de Windows es básico e indirecto.
- La gran gama de controles incorporados son, sin embargo en algunos casos, muy generales, lo que lleva a tener que reprogramar nuevos controles para una necesidad concreta de la aplicación. Esto cambia radicalmente en Visual Basic.NET donde es posible reprogramar y mejorar o reutilizar los controles existentes.
- El depurador no es demasiado flexible ni cómodo en ciertas situaciones.
- Los controles personalizados no mejoran la potencia de la API de Windows, y en determinados casos acudir a ésta será el único modo de conseguir el control personalizado deseado.
- No soporta correctamente la programación multihilo haciendo muy inestable su ejecución inclusive desde el propio entorno de desarrollo.
- Su fuerte dependencia de librerías y componentes Active X que requieren de privilegios de administrador para poder instalar las aplicaciones (existen opciones de terceras aplicaciones para generar ejecutables independientes que

embeben las dependencias en el propio código del ejecutable, por ejemplo: Molebox o Thinstall/VMware Thinapp).^[10]

2.15 MICROSOFT ACCESS

Microsoft Access es un programa Sistema de gestión de base de dato relacional creado y modificado por Microsoft PATRA uso personal de pequeñas organizaciones. Es un componente de la suite Microsoft Office aunque no se incluye en el paquete “básico”. Una posibilidad adicional es la de crear ficheros con base de datos que pueden ser consultados por otros programas. Dentro de un sistema de información entraría dentro de la categoría de Gestión y no en la Ofimática como algunos creen. (Figura 2.11).

Es un software de gran difusión entre pequeñas empresas (PYMES) cuyas bases de datos no requieren de excesiva, ya que se integra perfectamente con el resto de aplicación de Microsoft y permite crear pequeñas aplicaciones con unos pocos conocimientos del programa. Microsoft Access permite crear formularios para insertar y modificar datos fácilmente. También tiene un entorno gráfico para ver las relaciones entre las diferentes tablas de la base de datos.

Tiene un sistema de seguridad de cifrado bastante primitivo y puede ser la respuesta a proyectos de programación de pequeños y medianos tamaños.^[13]



Figura N° 2.11 Microsoft Access 2003. ^[13]

2.16 MICROSOFT EXCEL

Microsoft Excel es uno de los productos estrellas de Microsoft Office. Excel, no es más que una hoja de cálculo, la cual contiene aproximadamente 65.000 líneas, 256 hojas por carpeta y 256 columnas.

Lo que realiza esta hoja de cálculo (Excel), son ejercicios aritméticos. Como por ejemplo, balances, cálculos de calificaciones escolares o universitarias y todo aquello similar a estos procedimientos.

Esta hoja de cálculo, se desarrollo originalmente para los Macintosh. Por lo que al momento Hill Gates se separaba de IBM, traslada aquel producto a lo que se convertiría Microsoft Windows. La primera de cálculo de Microsoft se llamó Multiplan, con la cual se quería compartir contra Lotus. Esto ocurrió en el año 1982. Posteriormente en 1985, nace Excel. También para competir contra Lotus. Eso sí, no hay que olvidar, como comentamos anteriormente, que Excel fue originalmente diseñado, para trabajar con la gráfica de Macintosh.

Recién para 1990, las ventas de Excel, lograron superar las de Lotus, en todo el globo. La gracia de Excel, fue haber sido, el primer tipo de software, con el cual se

podían realizar cálculos independientes por cada celda. Antiguamente, cuando se calculaba en las otras hojas de cálculo, estas realizaban el cálculo completo o mejor dicho, recalculaban todo de manera constante.

Por lo mismo, el aspecto interesante de una hoja electrónica de cálculo actual como Excel, está en que los números o fórmulas, que se han escrito en una de las celdas, dispuesta para ello, depende para el resultado final, de otros números inscritos en otra celda, por lo que si los números se alteran, estos, tanto en la celda alterada como en las otras, podrán ser percibidos por el cambio, de manera prácticamente instantánea. Lo cual hacía que el trabajo en ellas, fuera bastante lento.

Ahora, desde 1993, el tipo de escritura de Excel, es el VAB, el cual otorga funcionalidades bastante anchas, con respecto a la gráfica, y las versiones más nuevas van a ir incluyendo nuevas funcionalidades y avances.^[14]

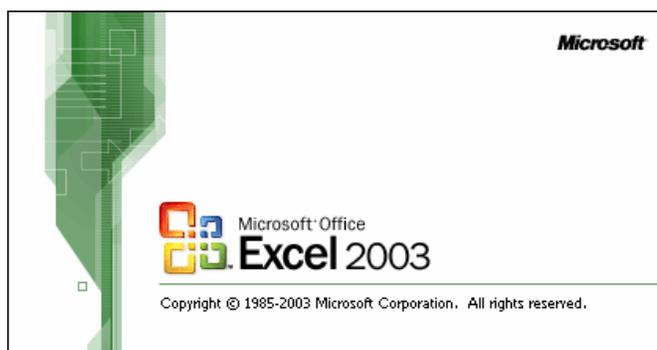


Figura N° 2.12 Microsoft Excel 2003.^[14]

2.17 MICROSOFT WORD

Es un software destinado al procesamiento de textos. Fue creado por la empresa Microsoft, y actualmente viene integrado en la suite ofimática Microsoft Office.

Originalmente fue desarrollado por Richard Brodie para el computador de IBM bajo sistema operativo DOS en 1983. Se crearon versiones posteriores para Apple Macintosh en 1984 y para Microsoft Windows en 1989, siendo para esta última plataforma las versiones más difundidas en la actualidad. Ha llegado a ser el procesador de texto más popular del mundo. ^[15]



Figura N° 2.13 Microsoft Word 2003. ^[15]

2.18 CRYSTAL REPORT 8

Es una aplicación de inteligencia empresarial utilizada para diseñar y generar informes desde una amplia gama de fuentes de datos (bases de datos). Varias aplicaciones, como Microsoft Visual Studio, incluyen una versión OEM de *Crystal Reports* como una herramienta de propósito general del informes/reportes. **Crystal Reports** se convirtió en el escritor de informes estándar cuando Microsoft lo liberó con Visual Basic. ^[16]



Figura N° 2.14 Crystal Report 8. ^[16]

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación busca describir y explicar la metodología aplicada para alcanzar el cumplimiento del objetivo general y esencial de este trabajo, también se centra en aspectos susceptibles de cuantificar, por esto es considerada como una investigación con un enfoque cuantitativo, por lo que se considera una investigación de tipo descriptiva. Según las perspectivas de temporalidad esta investigación es de tipo transeccional ya que el estudio fue hecho para un período de tiempo limitado (2006-2007), de acuerdo a el tipo de variables es una investigación no experimental y por último según la fuente es de tipo mixta ya que la información recabada fue obtenida tanto por investigación documental como de campo. Las unidades de estudio se refieren al contexto, ser o entidad poseedoras de las características, evento, cualidad o variable, que se desea estudiar, de esta investigación la constituyen los pozos.

La población de una investigación está constituida por el conjunto de seres en los cuales se va a estudiar la variable o evento, y que además comparten, como características comunes, los criterios de inclusión. Entendiendo como criterios de inclusión las características compartidas por los integrantes de una población.^[8]

De esta manera la población de esta investigación la constituyen 12 pozos que durante el período 2006-2007 fueron perforados. Este total de pozos constituye la muestra que será objeto de estudio durante la investigación.

3.1 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.1.1 Revisión bibliográfica

Durante este lapso de tiempo se recabará toda la información necesaria acerca de los reportes diarios de cada uno de los pozos, los cuales permitirán obtener todos los problemas operacionales presentes en ellos desde su inicio, y toda literatura relacionada con estos tópicos con la finalidad de tener un amplio conocimiento que permita tener un fácil manejo de los términos y procedimientos durante el desarrollo de los objetivos planteados.

3.1.2 Recopilación de la información de los reportes que muestran los problemas operacionales durante la perforación de los pozos en estudio

En esta etapa se buscará toda la información relacionada con el estado de los pozos, recurriendo a la información contenida en la carpeta de cada pozo, lo que nos permitirá tener un amplio conocimiento sobre las condiciones del pozo y los problemas operacionales que surgieron durante la perforación de cada uno de ellos.

Una vez conocidos los pozos que iban a ser estudiados, se buscó toda la información correspondiente a cada pozo y a la operación por medio de las siguientes fuentes:

Carpetas de pozos

Contienen toda la información sobre la historia de cada pozo, desde la perforación, completación, hasta que el pozo es puesto en producción y posteriores trabajos de reacondicionamiento y reparación. Esta información fue de mucha importancia para el desarrollo de los objetivos de esta investigación, puntualmente se utilizó la siguiente:

Informe final sobre la operación realizada al pozo (post mortem)

Este es un informe detallado que presenta el ingeniero encargado sobre la operación realizada al pozo, este consta de 4 partes, las cuales a su vez están subdivididas en sub-partes, la estructura es la siguiente:

• Sumario General

Datos básicos, Objetivo del trabajo, Antecedentes del trabajo, Sumario del trabajo, Sumario gráfico, Sumario mecánico y Sumario del cabezal.

• Resumen de la operación por fases

Fase mudar, Fase habilitar y Fase completar

• Tiempos y costos

Tiempos y costos por fase, Costos por actividad, Tiempos improductivos y Explicación de diferencias.

• Anexos

Tubería de revestimiento, Presiones y temperatura, Compañías de servicios utilizadas y Balance de fluidos.

En algunas ocasiones este informe puede no encontrarse en la carpeta del pozo, en estos casos fue necesario pedirlo al ingeniero a cargo de la perforación, ya que estos son los encargados de elaborar dicho informe.

Dims

Es un sistema corporativo de reporte de operaciones que es extensamente usado en la industria, este se muestra como un sistema de gestión que presenta una base de datos totalmente integrada que permite la comunicación de datos de ingeniería durante la perforación, completación y servicios a pozos, facilitando así el control de la gestión y la toma de decisiones. En la figura 3.1 puede ser vista la ventana principal del programa.

En este programa se cargan múltiples datos como los costos y tiempos totales de las operaciones por lo que estos pueden ser comparados con los mostrados en el informe post mortem, también genera el reporte sumario de operaciones el cual es primordial durante el análisis de problemas operacionales.^[7]

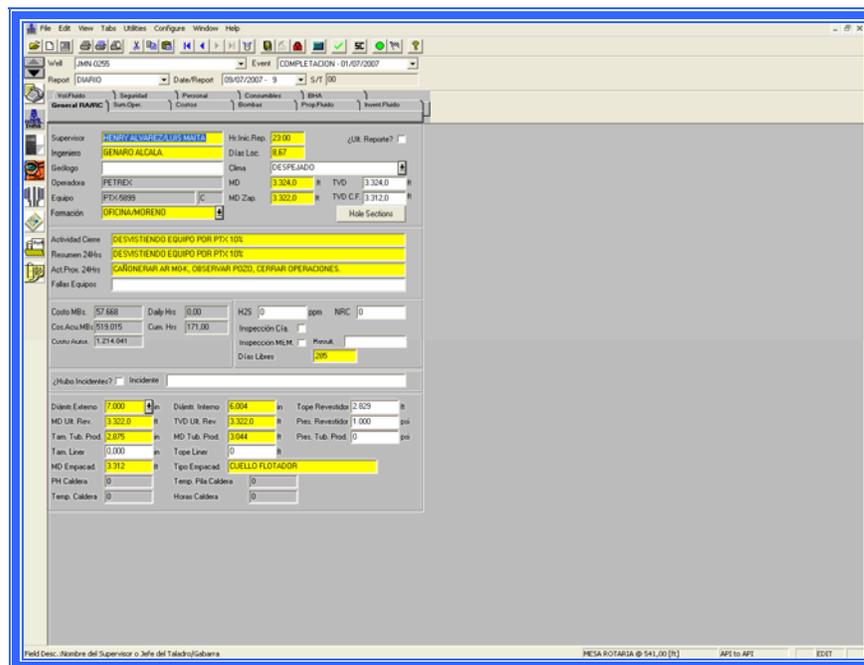


Figura N° 3.1 Vista principal del programa DIMS. [7]

Reporte sumario de operaciones

En este se describen todas las actividades realizadas durante el desarrollo de la operación, además se indica la fecha y la fase en que sucede, el tiempo de duración, tipo de operación, entre otros datos.

3.1.3 Clasificación de los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos

Teniendo claramente identificados los pozos y las operaciones realizadas en estos, se realizará una clasificación basada en los problemas que pudieron presentarse durante estas operaciones permitiendo identificar los problemas más comunes y si estos afectan o no los tiempos y costos estimados durante la planificación previa a la ejecución de dicho trabajo.

PDVSA GAS, S.A. suministró la información de 12 pozos perforados en los campos Zapato, Mata R para los años 2006-2007. La información fue extraída del software DFW (Dims For Windows) y de otros archivos elaborados por personal de la empresa como los post mortem. Una vez obtenida la información se procedió a estudiarla a fin de identificar diferentes etapas de la perforación, los problemas operacionales ocurridos y alguna otra información general de los pozos, ubicada dicha información se procedió a realizar gráficas estadísticas y una clasificación según la necesidad del proceso desarrollado de los problemas más frecuentes ocurridos en los pozos estudiados. (Las gráficas representativas de cada pozo se encuentran en el apéndice A. Estos datos permitieron crear una estructura para la creación de la base de datos. ^[7]

3.1.4 Creación de una base de datos con la información de los problemas operacionales analizados durante las operaciones de perforación de los pozos

La base de datos tiene como objetivo integrar la información que se genera desde la identificación de los problemas ocurridos hasta la solución de los mismos. Esta información se clasificó por categoría mediante el desarrollo del proceso que se generó durante la perforación de los pozos, se realizó a través del Microsoft Access. Durante la conceptualización del proceso para la elaboración de la base de datos se desarrollaron 9 módulos (Datos generales del pozo, Lista de compañías y Servicios involucrados, Descripción por Fase de los Problemas ocurridos, Problemas Operacionales, Diseño mecánico del pozo, Causas, Consecuencias y Soluciones de los problemas Operacionales, Diagramas de los Problemas Operacionales, Mechas Utilizadas, Documentación), de los cuales el que desarrolla el objetivo general del trabajo fue el de Problemas Operacionales. ^[7]

El módulo de Problemas Operacionales, permite cargar y administrar la información relacionada con los problemas que ocurrieron durante la perforación de los pozos, así como profundidad de los problemas, estadísticas de eventos, soluciones a los mismos, entre otros.

3.1.5 Diseño de un sistema computarizado que permita facilitar el manejo de la información suministrada mediante la base de datos con los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos en estudio

En ésta etapa se diseñará y elaborará el nuevo sistema computarizado y se le suministrará la base de datos ya creada previamente con la información de los problemas operacionales ocurridos durante la perforación de los pozos.

Para el diseño y automatización de los datos se hizo uso del software VISUAL BASIC, donde una vez cargada la data en la base de datos, se procedió a enlazar la misma con VISUAL BASIC para posteriormente diseñar los reportes que permitirán el fácil acceso a la información operacional del pozo, así como de eventos operacionales, entre otros, en el menor tiempo.

El desarrollo del programa se basó en la construcción de reportes informativos y gráficos, los cuales se hicieron de la siguiente manera:

El menú principal del proceso, consta de diferentes módulos o pestañas divididas para facilitar el acceso a la información, como se muestra en la Figura 3.2.



Figura N° 3.2 Menú Principal del Diseño. ^[18]

Descripción De Los Módulos Que Conforman La Base De Datos, Su Diseño Y Automatización

La dispersión de la información en la empresa es lo que en parte genera la problemática al momento de la búsqueda de la información por lo que se planteó la necesidad de crear una base de datos con todos los datos relacionados a los problemas operacionales que se obtienen en las operaciones diarias de la perforación.

El escritorio de trabajo contiene los siguientes componentes: un buscador de pozo inicialmente, el cual permitirá activar la búsqueda correspondiente al pozo seleccionado en el buscador que se desea analizar y se encuentra ubicado en la parte superior central de la pantalla, luego de seleccionar el pozo aparecerán todos los módulos que contienen la data con la búsqueda de la información en forma general de dicho pozo.

En cuanto a los módulos contenidos en el programa, éstos son los siguientes:

Datos Generales del Pozo

El módulo de datos generales se encarga de almacenar los datos relacionados con la ubicación geográfica del pozo, nombre del pozo, campo donde se encuentra el pozo, localización, estado, municipio, nombre del taladro, días perforados, fechas de inicio y culminación de la perforación, profundidad estimada y profundidad total

alcanzada durante la perforación, los cuales se mostrarán en la vista de diseño. (Figura 3.3)

Al seleccionar este modulo se obtienen los datos generales del pozo con el propósito de que el usuario se pueda ubicar fácilmente en el área geográfica del pozo perforado que requiera.



Figura N° 3.3 Módulo Datos Generales del Pozo. [18]

Lista de compañías y Servicios involucrados

Este módulo consta de una lista en la cual se encuentran tanto las compañías como los servicios que prestaron apoyo a cada uno de los pozos para realizar la perforación. Permite al usuario identificar cuales fueron las compañías y los servicios involucrados que prestaron dicha ayuda durante la perforación del pozo. (Figura 3.4)

SERVICIOS	COMPAÑÍAS
CONTRATISTA DE PERFORACIÓN	PRESICION
FLUIDOS DE PERFORACIÓN	IMPARK
CEMENTACIÓN	BJ
REGISTROS ELÉCTRICOS	SCHLUMBERGER
MECHAS	SMITH
MUD LOGGING	PRECISION DRILLING/ E. C. S
LIMPIEZA DE TANQUES	KMC OIL TOOL
CONTROL AMBIENTAL	KMC OIL TOOL
REGISTROS DE DESVIACIÓN	OPTIDRILL
REVESTIDOR	OTS/MIDLAND
LLAVES Y MACHACA	FILL-UP-TOOL
BOP'S	OTS
PESCA DE MULTI SHOP	OPTIDRILL/ OMEVESA
INSPECCIÓN	LAMAR

Figura N° 3.4 Módulo Lista de Compañías Involucradas. [18]

Descripción por Fase de los Problemas Operacionales ocurridos

Este módulo contiene el resumen de la descripción de las actividades realizadas por fase durante toda la perforación del pozo. Además, se encuentran las profundidades de los revestidores y liners, así como de las zapatas, cuellos flotadores y topes del colgador, cuya información es obtenida de todos los reportes diarios de actividades descargados del dims. El módulo permitirá al usuario obtener información de manera más rápida de las operaciones por fase de la perforación y así hacer un análisis confiable y de manera inmediata. (Figura 3.5)

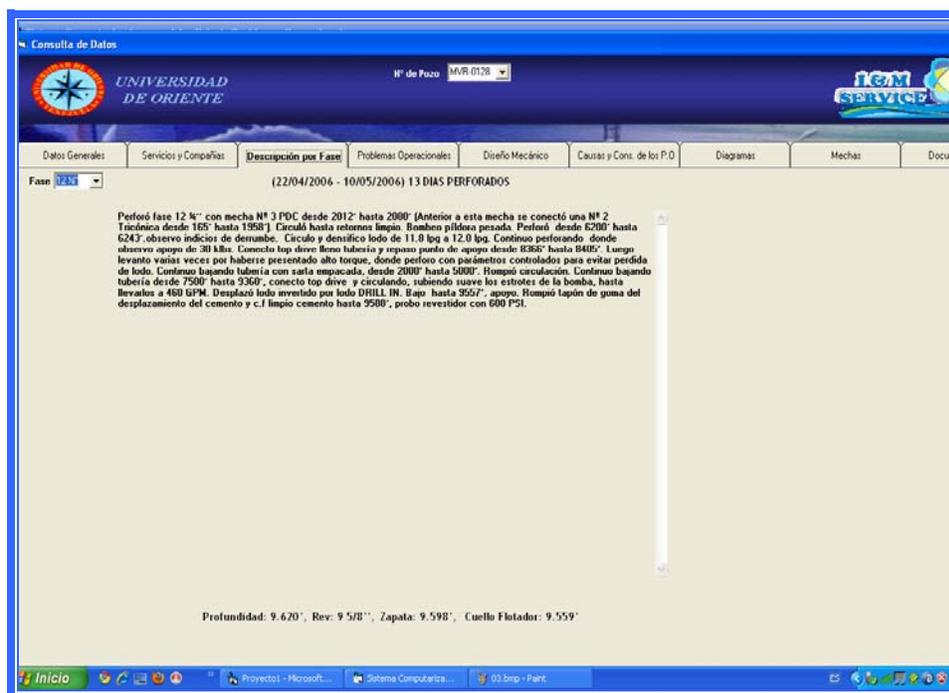


Figura N° 3.5 Módulo Descripción por Fase de los Problemas Operacionales ocurridos. [18]

Problemas Operacionales

Esta tabla almacena los datos correspondientes a los problemas operacionales que ocurrieron durante la perforación del pozo por orden de ocurrencia, la información almacenada en esta estructura es la profundidad en la cual ocurrió el evento, el problema operacional ocurrido, la actividad que se realizaba en ese momento y la solución que se le dio a dicho problema, algunos con éxito y otros no. (Figura 3.6)

La tabla facilita al usuario la ubicación de un problema operacional, así el tiempo de búsqueda de la ocurrencia de un evento se minimiza considerablemente, punto que apoya el análisis de la información en el momento de una planificación de pozo.

Prof	Formación	Problema	Actividad	Acción Tomada
8.366/	Miembro Colorado	Observo Apoyo de 30 Kilbs	Bajando Tubería	Conectó Top Drive, llenó tubería y repasó punto de apoyo
12.280/	Miembro Colorado	Gas de viaje de 1.800 Unds. Con corte de lodo	Perforando	Bombeo y desplazó 196 Bis de pildora con 4 Lpd de lubricante mecánico y pildora víscosa
879/	Miembro Blanco	Problemas con Torque por carbón	Perforando	Bajo RPM
9.335/	Miembro Colorado	Levantó varias veces por haberse presentado Alto Torque	Perforando	Bombeó pildora pasada
9.337/ 9.338/ 9.341/ 9.343/ 9.350/ 9.357/ 9.360/ 9.368/	Miembro Colorado	Levantó por Alto Torque	Perforando	Perforando con parámetros controlados, para evitar pérdida del lodo
1.525/	Miembro Blanco	Alto índice de arcilla por la zaranda y Taponamiento del flow line por arcilla	Perforando	Circulando por alto índice de arcilla y destapando flow line

Figura N° 3.6 Módulo Problemas Operacionales. [18]

Diseño mecánico del pozo

Es una gráfica, que muestra tanto la litología del pozo como principalmente el comportamiento del lodo utilizado para la perforación de un pozo, así como también permite el conocimiento del tipo de lodo con que se perforó cada fase. Este modulo tiene como objetivo el rápido conocimiento de los datos más importantes relacionados con el fluido. (Figura 3.7)

Por medio de los reportes dirigidos al estudio post-mortem aquí el usuario podrá obtener información de importancia como lo son: información litológica de las formaciones atravesadas, las densidades y los fluidos utilizados en las diferentes fases de la perforación. La búsqueda se realizará por pozo.

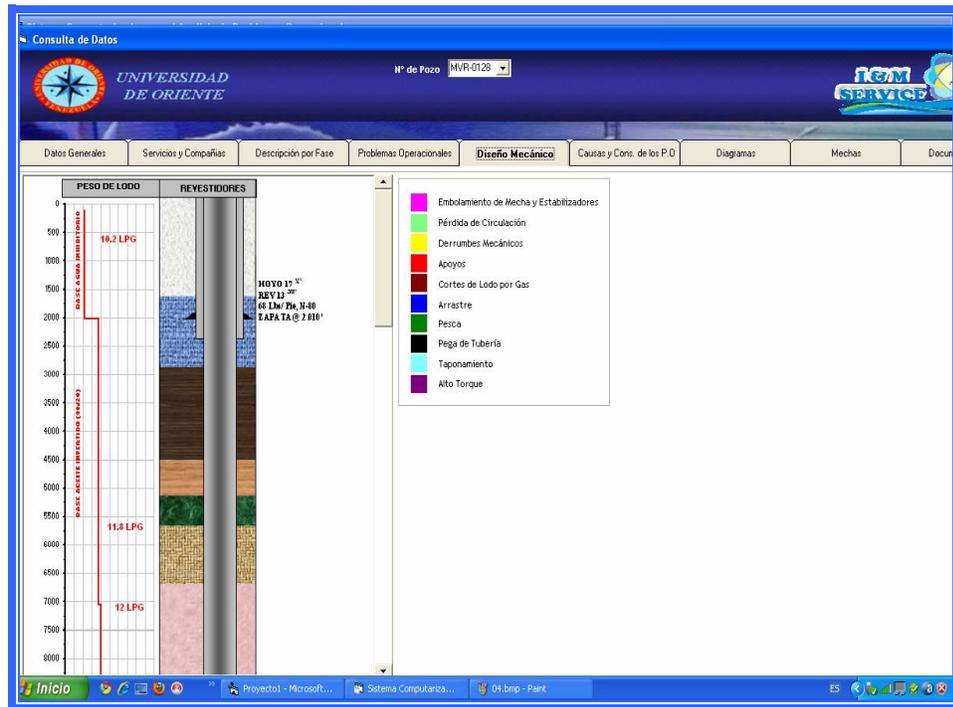


Figura N° 3.7 Módulo Diseño Mecánico del Pozo. [18]

Causas, Consecuencias y Soluciones de los Problemas Operacionales

El módulo de Causas, Consecuencias y Soluciones de los Problemas Operacionales, permite cargar y administrar la información relacionada con los problemas que ocurrieron durante la perforación de los pozos, así como la profundidad a la que ocurrieron, el miembro en que se estaba perforando, estadísticas de eventos, posibles causas que lo originaron, consecuencias que causaron, soluciones a los mismos, entre otros. (Figura 3.8)

Consulta de Datos

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Nº de Pozo: MVR-0128

TQM SERVICE

Datos Generales | Servicios y Compañías | Descripción por Fase | Problemas Operacionales | Diseño Mecánico | Causas y Cons. de los P.O. | Diagramas | Mechas | Docum

100% | 1 de 1

Problema	Prof	Miembro	Causa	Consecuencia	Solucion
Problemas con Torque por carbón	879/	Miembro Blanco	Ocurre cuando la sarta de perforación tiene excesiva revolución y esta tiende a perder su capacidad de torque, debido a sobrepasar el limite permisible dado por el fabricante.	Puede romper la sarta de perforación.	Levantar la perforación.
Levantó varias veces por haberse presentado Alto Torque	9.335/	Miembro Colorado	Ocurre cuando la sarta de perforación tiene excesiva revolución y esta tiende a perder su capacidad de torque, debido a sobrepasar el limite permisible dado por el fabricante.	Puede romper la sarta de perforación.	Levantar la perforación.
Levantó por Alto Torque	9.337/ 9.338/ 9.341/ 9.343/ 9.350/ 9.357/ 9.360/ 9.368/	Miembro Colorado	Ocurre cuando la sarta de perforación tiene excesiva revolución y esta tiende a perder su capacidad de torque, debido a sobrepasar el limite permisible dado por el fabricante.	Puede romper la sarta de perforación.	Levantar la perforación.

Inicio | Proyecto1 - Microsoft... | Sistema Computariza... | Os.kmp - Paint | ES

Figura N° 3.8 Módulo Causas, Consecuencias y Soluciones de los Problemas Operacionales. ^[18]

Diagramas e Histogramas de los Problemas Operacionales

Estos gráficos están basados en las estadísticas de los eventos ocurridos los cuales permiten determinar el número de ellos en un campo seleccionado, para que el usuario pueda analizar dicha información para próximas planificaciones, evitando que se presenten para futuras perforaciones en el campo. Se muestran de dos tipos el primero en forma circular el cual contiene los porcentajes de las frecuencias en que ocurrieron los problemas operacionales y el segundo en forma de columnas que muestra los Problemas Operacionales ocurridos vs. La continuidad. (Figura 3.9)

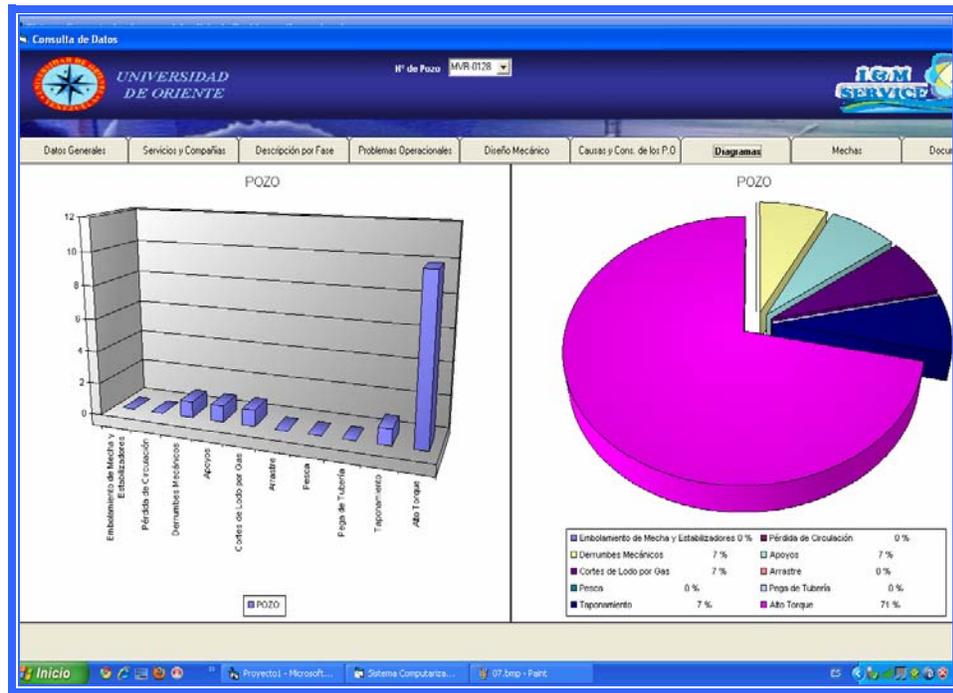
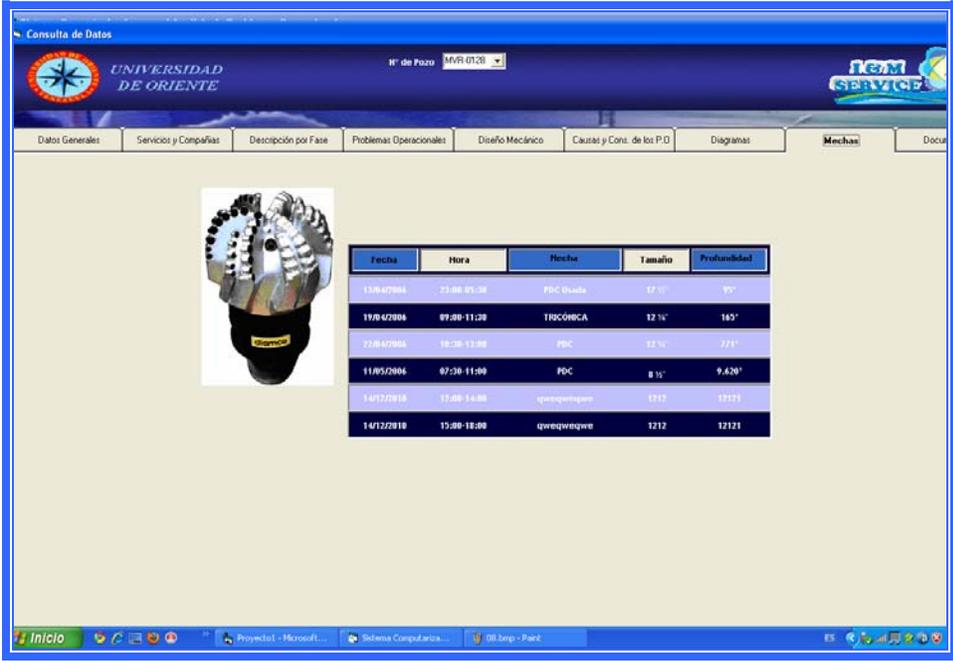


Figura N° 3.9 Módulo Diagramas e histogramas de los Problemas Operacionales.^[18]

Mechas Utilizadas

En este módulo se muestran tanto el número, como todos los tipos de mechas utilizadas durante la perforación de los pozos; así como las fechas y las profundidades en que fueron cambiadas cada una de ellas. (Figura 3.10)



Fecha	Hora	Pico	Tamaño	Profundidad
15/04/2004	23:00-03:00	PDC Druide	12 1/4"	91'
19/04/2004	07:00-11:00	TRICÓNICA	12 1/4"	165'
22/04/2004	18:00-13:00	PDC	12 1/4"	771'
11/05/2004	07:00-11:00	PDC	8 1/2"	9,420'
14/12/2010	13:00-14:00	queroquero	1212	12121
14/12/2010	15:00-18:00	queroquero	1212	12121

Figura N° 3.10 Módulo Mecchas Utilizadas. [18]

Documentación

Este módulo contiene información general relacionada con los pozos, entre ellas se encuentran los topes y las bases de las formaciones, generalidades del Distrito Anaco como antecedentes, ubicación geográfica, características de las Acumulaciones del Distrito Anaco y Descripción de los Campos Zapatos - Mata R. Este proceso permite el acceso público a información de utilidad común, minimizando el tiempo de búsqueda. (Figura 3.11)

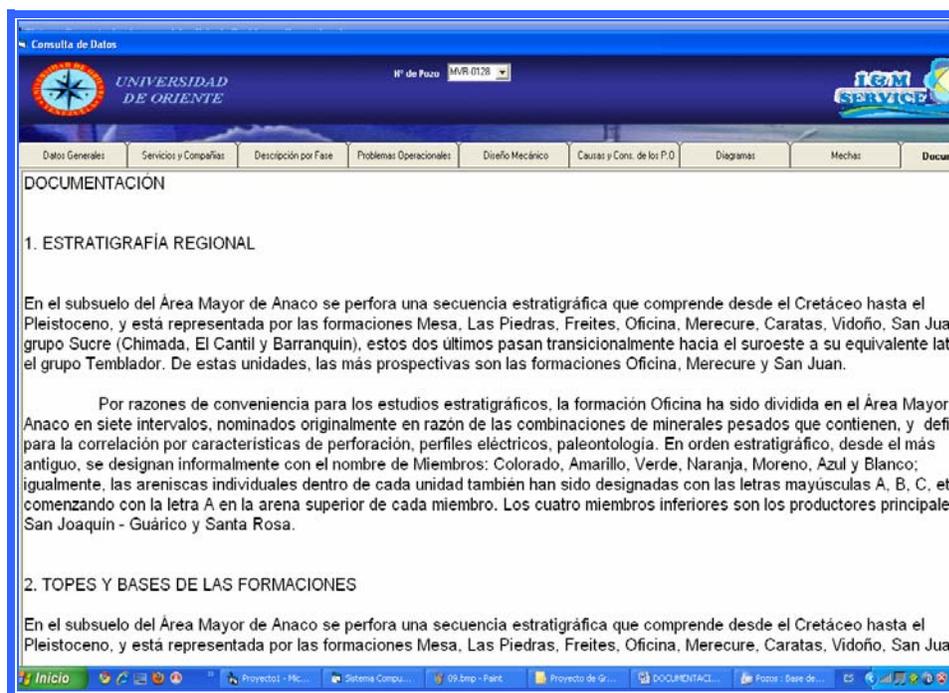


Figura N° 3.11 Módulo Documentación. [18]

3.1.6 Comprobar si el diseño del sistema computarizado realizado es satisfactorio para el manejo de la información requerida

Una vez realizado el sistema computarizado se procederá a hacer una demostración del mismo para que de esta manera se compruebe su utilidad y así poder determinar el éxito de la operación realizada.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez desarrollada la metodología aplicada, se procede a realizar el análisis y discusión de los problemas operacionales por pozo para una mejor comprensión de este trabajo.

4.1 Clasificación de los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos

Para la obtención de la información se procedió a revisar y analizar todos los reportes diarios de perforación del Dims, de cada uno de los pozos en estudio. Una vez recopilada y analizada la información, se procedió a clasificar y realizar las tablas y gráficas de los Problemas Operacionales vs. Continuidad. (Ver Apéndice A)

A continuación se muestran las tablas construidas de los problemas operacionales vs. Continuidad para los diferentes campos:

- **CAMPO ZAPATOS**

Tabla N° 4.1 Índice de Continuidad de Problemas Operacionales Campo Zapatos

PROBLEMAS OPERACIONALES	POZOS		
	ZG-0343	ZG-0345	ZG-0346
Derrumbes Mecánicos	0	0	0
Apoyos	5	2	4
Arrastre	5	2	7
Cortes de Lodo por Gas	0	0	0
Embolamiento de Mecha y Estabilizadores	1	0	2
Pérdida de Circulación	1	0	0
Alto Torque	2	3	0
Pesca	1	3	0
Taponamiento	0	9	1
Pega de Tubería	0	1	0
TOTAL	15	20	14

La tabla 4.1 muestra la continuidad en que ocurrieron los problemas operacionales durante la perforación de los pozos seleccionados del campo Zapatos, donde se refleja un alto índice de continuidad de apoyos y arrastres en los pozos **ZG-0343** y **ZG-0346**, los cuales fueron 5-4 y 5-7 respectivamente para cada pozo, causados por la hidratación de las arcillas, cuando se pierden las propiedades del lodo y hacen inestables las formaciones. También podemos observar que el pozo **ZG- 0345** sufrió 9 problemas por taponamiento debido a que los fluidos de perforación en su gran mayoría alteran las características originales de la formación más cercana a la cara del pozo. Acotando que algunas formaciones son más sensibles que otras e igualmente algunos fluidos causan más daños que otros, haciendo una erosión o especie de tapón en las formaciones productoras y fué el pozo que presentó más problemas operacionales un total de 20 mientras que el pozo ZG-0343 presentó 15 y el ZG-0346 sólo presentó 14.

- **CAMPO MATA R**

Tabla N° 4.2 Índice de Continuidad de Problemas Operacionales Campo MVR

PROBLEMAS OPERACIONALES	POZOS								
	MVR-0125	MVR-0127	MVR-0128	MVR-0130	MVR-0131	MVR-0133	MVR-0134	MVR-0136	MVR-0137
Derribos Mecánicos	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Apoyos	2	1	1	4	1	6	12	1	14
Arrastre	3	3	0	2	0	2	1	0	17
Cortes de Lodo por Gas	0	1	1	2	0	2	7	13	6
Envolamiento de Mecha y Estabilizadores	1	0	0	0	0	0	2	2	0
Pérdida de Circulación	0	2	0	1	0	0	0	0	4
Alto Torque	1	4	10	1	0	1	0	2	54
Pesca	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Taponamiento	0	0	1	2	1	0	1	1	1
Pega de Tubería	0	0	0	0	0	2	1	0	5
TOTAL	7	11	14	13	3	13	24	19	104

La Tabla 4.2 muestra el índice de continuidad con el que ocurrieron los problemas operacionales en los pozos seleccionados para el campo Mata R, observándose claramente que el pozo **MVR-0137** fue el que presentó un alto número de problemas operacionales un total de 104, presentándose mayor incidencia de altos torques (54) , así como 14 apoyos y 17 arrastres. Seguidamente se tiene el pozo **MVR-0134**, a causa de las arcillas hidratadas igualmente presentó altos números de apoyos 12 ocurrencias.

Los altos torques, cortes de lodo, pegas de tuberías, también se presentaron frecuentemente debido a las características de las formaciones. Los arrastres, embolamientos de mecha y estabilizadores, la pesca, la pérdida de circulación, los derrumbes y los taponamientos resultaron problemas de menor consideración pero ocurrieron y al igual que los anteriores mencionados fueron controlados a tiempo, algunos con éxito otros no pero igual se continuo con las labores de perforación.

Análisis Gráfico del Porcentaje de Continuidad de los Problemas Operacionales en los campos Zapatos - Mata R

Al finalizar las tablas de los problemas operacionales vs. Continuidad, se procedió a realizar gráficas que engloban todos los problemas operacionales ocurridos en todos los pozos en estudio por cada campo. Las gráficas muestran el porcentaje de continuidad de dichos problemas, ocurridos durante la perforación de los mismos. A través de ellos se podrá observar el comportamiento de cada uno de los pozos que fueron tomados como objeto de estudios para cada campo (Zapatos y Mata R) del Área Mayor de Anaco durante el período 2006-2007.

- **Porcentaje de Continuidad de los Problemas Operacionales de los pozos del Campo Zapatos**

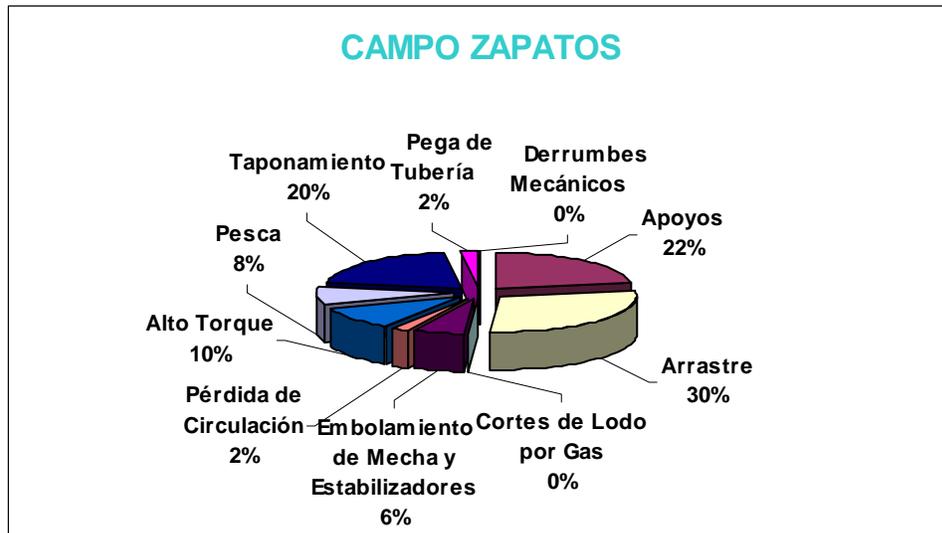


Figura N° 4.1 Porcentaje de los Problemas Operacionales del Campo Zapatos

Los problemas operacionales con mayor porcentaje fueron los arrastres y los apoyos con 30% y 22% respectivamente, luego siguen los taponamientos con un 20% y los altos torques con 10%. Siendo el resto de los problemas no de menor importancia pero con una incidencia menor al 10%.

- **Porcentaje de Continuidad de los Problemas Operacionales de los pozos del Campo Mata R**

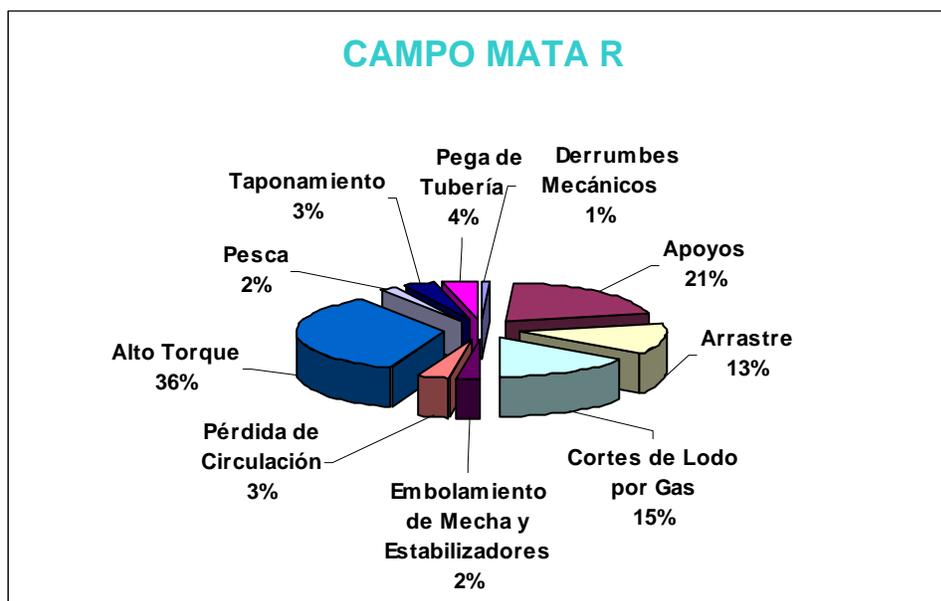


Figura N° 4.2 Porcentaje de los Problemas Operacionales del Campo Mata R

La figura 4.2 muestra en general el porcentaje de problemas operacionales que ocurrieron en los pozos de estudio en el campo Mata R, donde observamos un alto porcentaje en los altos torques con un 36% un 21% en los apoyos y un 13% en los arrastres, así como un 15% en los cortes de lodo por gas producto de la presencia de gas en la zona, que ocasiona la disminución de la densidad del lodo, lo que acarrea a su vez otros problemas si no se controlan los parámetros del mismo a tiempo. Las demás incidencias ocurrieron en menor porcentaje pero igualmente se tomaron en consideración.

Luego de hacer el análisis de los problemas operacionales que ocurrieron con mayor frecuencia en los campos Zapatos-Mata R, posteriormente se estudiaron las acciones tomadas a fin de controlar cada uno de ellos.

Los apoyos y arrastres, fueron los problemas más frecuentes que ocurrieron durante la perforación de los pozos, debido al ensanchamiento de una formación inestable encima o debajo de una formación más estable, causando un hoyo excéntrico donde la tubería tiende a apoyarse y debido a la resistencia de fricción al movimiento entre dos superficies en contacto forzado se produjeron los arrastres, la acción tomada para la solución de estos problemas se procedió el hoyo en los intervalos afectados.

Otro problema con mayor número de incidencias fueron los altos torques causados cuando la sarta de perforación tiene excesiva revolución y esta tiende a perder su capacidad de torque, debido a sobrepasar el límite permisible dado por el fabricante, lo cual podría romper la sarta de perforación y para ello se debe de levantar inmediatamente la perforación.

En cuanto a los embolamientos de mechas y estabilizadores, fueron problemas poco frecuentes ocurridos generalmente durante la construcción del hoyo, posiblemente a las altas concentraciones de arcillas en donde se necesitan altas revoluciones y bajo peso sobre la mecha, la acción tomada fue limpiar las mechas y los estabilizadores y cuando el caso lo ameritaba se quebraban los mismos. En cuanto a los taponamientos podemos decir que se debieron a la producción de ripios debido a la inestabilidad del hoyo, ya que al principio de la perforación los miembros presentan formaciones más blandas, haciendo casi imposible el paso de los ripios por la línea de flujo ocasionando así el taponamiento por lo que se requiere circular fondo arriba para desalojar los mismos de la línea.

Cuando hay presencia de gas, bien sea de formación, viaje o conexión esto ocasiona el corte de lodo, que no es más que la disminución del peso en el mismo, lo que puede generar mayores problemas si no se controla a tiempo, en ocasiones el lodo continua fluyendo cuando el bombeo se ha interrumpido. Antes de eso puede presentarse lodo contaminado con gas por lo que es necesario tomar la acción de circular para desalojar unidades de gas y para ello se pasa el mismo por los separadores hasta proceder al incremento de su densidad.

La pega de tubería es uno de los problemas más frecuentes y más graves de la perforación. La gravedad del problema puede variar de un inconveniente menor, que puede causar un ligero aumento en los costos, hasta complicaciones graves que pueden tener resultados considerablemente negativos, tal como la pérdida de la columna de perforación o la pérdida total del pozo. Si la tubería se pega, será necesario hacer todo lo posible para liberarla rápidamente, esto en caso de que se produzca por pega diferencial; mientras que si se produce el caso de pega mecánica se puede incrementar el peso del lodo sin elevar la densidad, repasar el hoyo y aplicar la tensión a la sarta. En los casos donde no se logró la liberación o se partió la tubería, fue necesario colocar un tapón de cemento para luego realizar una desviación que es lo que mayormente se termina haciendo en los pozos que presentan este tipo de problemas. Pero, según sea el caso antes de proceder a colocar un tapón de cemento, cuando la tubería previamente pegada con las acciones primarias no logre ser liberada se procede a la pesca de la misma generándose a partir de entonces una operación de pesca. Por todo esto las acciones tomadas para tratar de sacar el pescado se tratan de bajar las herramientas de pesca, más en el caso de que no resulte se procede a bajar la herramienta de aro que ayuda a facilitar el trabajo, en caso extremo cuando ninguna de estas acciones tiene éxito, se procede igualmente que en el caso extremo de la pega de tuberías a colocar un tapón de cemento y realizar un desvío.

Las pérdidas de circulación ocurren cuando la presión ejercida por el lodo contra la formación excede la resistencia de la formación, produciendo una invasión. Otra causa puede ser por fracturación a través de fuerzas mecánicas, condiciones de pozo y propiedad del lodo, por lo que se requiere para ello bombear píldoras con material antipérdidas, mientras que en los casos donde las pérdidas son de mayor consideración se sugiere la cementación a presión a fin de minimizarlas o eliminarlas.

Por último se tienen los derrumbes mecánicos, poco frecuentes en los pozos estudiados resultaron ser de 1% más no por ello son de menor importancia, se debieron a que la mecha a través de su paso por las diferentes formaciones existentes en el subsuelo, va produciendo gran cantidad de recortes en volumen equivalente al diámetro de la misma, originando gran cantidad de recortes o derrumbes. También pudieron deberse a formaciones hinchadas; y tiene lugar cuando las lutitas absorben agua del fluido de perforación. Ocasionando que se reduzca la estabilidad de la sección de lutitas, provocando que se expanda, en forma perpendicular al plano de estratificación y se derrumbe en el pozo, según los pozos estudiados las acciones tomadas para controlar este tipo de problemas fue circular el pozo, incrementar el peso del lodo y limpiarlo de manera apropiada.

4.2 Creación de una base de datos con la información de los problemas operacionales analizados durante las operaciones de perforación de los pozos

Una vez identificados y clasificados todos los problemas operacionales se realizará una base de datos la cual será suministrada al nuevo modelo matemático. Esta se realizará mediante separar en tablas la información obtenida de las prognosis, reportes diarios de perforación e informes post-morten, en forma desglosada, es decir, se elaboraron diferentes tablas que contienen la estructura de datos necesarios para mostrar la información requerida para cada módulo.

4.3 Diseño de un sistema computarizado que permita facilitar el manejo de la información suministrada mediante la base de datos con los problemas operacionales que se presentaron durante las operaciones de perforación de los pozos de los campos en estudio

La metodología desarrollada con la nueva base de datos, fue creada con la finalidad de obtener como resultados de respuestas inmediatas a la problemática presentada en la empresa. Se realizó una planificación de pozos, que incluye, el estudio de datos geológicos previos, análisis de la información, conclusiones de riesgo y la creación de la prognosis final para la perforación.

La planificación, consiste en un estudio riguroso de pozos ya perforados, dicho estudio lo realiza un experto el cual busca información en diferentes carpetas, programas, documentos en forma física, para reunir toda la información y posteriormente analizar y concluir cuales son los parámetros operacionales con los que se debe perforar un pozo nuevo, cuales son los riesgos existentes a ocurrencias de problemas operacionales y las medidas tomadas para evitarlos. La realización de lo descrito anteriormente es posible en un tiempo considerable, pero aplicando la nueva metodología minimiza considerablemente el tiempo de cada fase.

Los datos para el estudio geológico en cuanto a riesgos operacionales existentes por formación fue posible obtenerlos a través del modulo de Problemas Operacionales, en un tiempo que reduce en 90% la búsqueda de la información en comparación con la forma tradicional de búsqueda en la empresa.

Cada módulo desarrollado permitió obtener datos puntuales destinados al apoyo de mejores perforaciones futuras y se obtuvo como resultado datos como: el diagrama mecánico de un pozo ya perforado en el área con indicadores de los problemas operacionales que permiten el detalle del mismo; profundidades, causas,

consecuencias y soluciones a dichos problemas que se presentan en dicho módulo, también se obtuvo estadísticamente tablas de Problemas Operacionales vs. Continuidad las cuales nos permitieron obtener un modulo de diagramas e histogramas con los porcentajes de problemas existentes en los pozos que permiten mostrar los posibles riesgos en la zona, luego se procedió al análisis de los mismos y posteriormente las conclusiones para perforaciones futuras.

El resultado de implementar esta nueva base de datos es positivo en cuanto a la obtención de datos se refiere, el resultado: la búsqueda de información es posible en un 10% del tiempo disponible y un 90% destinado al análisis de datos, de esta manera el usuario optimizará el tiempo de búsqueda de datos e invertirá mayor tiempo en el análisis adecuado para minimizar efectivamente los problemas operacionales.

4.4 Comprobar si el diseño del sistema computarizado realizado es satisfactorio para el manejo de la información requerida

Para la comprobación del sistema computarizado, se realizó una demostración del mismo, luego se procedió a comparar con el sistema actual de la empresa, llevándonos a concluir que se alcanzó el objetivo propuesto con éxito y que es un buen diseño y bastante competitivo con el actual; por lo que puede ser de gran utilidad para un futuro.

CONCLUSIONES

1. La automatización cuenta con 9 módulos de información de perforación que minimiza la problemática de la empresa considerablemente, esto se concluye según el análisis realizado.
2. Con la automatización de los datos simplifica el tiempo de búsqueda de información particular, así como la toma de decisión en el momento oportuno.
3. La automatización de datos permite aumentar la confiabilidad y seguridad del análisis de la información ya que, esta es obtenida de un histórico de perforación del área.
4. Al implementar un sistema automatizado podemos acelerar el tiempo de los procesos y así mejorar la productividad.
5. La creación de una base de datos adecuada ligera la carga del trabajador, permitiéndole un flujo de trabajo óptimo.
6. La automatización de datos permite una mejor clasificación de la información debido a que su almacenamiento puede hacerse de forma ordenada y así facilitar al usuario la comprensión del mismo, disminuyendo el tiempo de aprendizaje para su uso.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar la nueva metodología, ya que abarca el proceso completo del análisis de los riesgos de los problemas operacionales y esto minimiza los tiempos para perforaciones futuras.
2. La base de datos debe ser cargada por un personal calificado que siga los parámetros correctos. Para ello se recomienda capacitar al personal con esta nueva metodología para que todos puedan tener acceso a la hora de una emergencia.
3. El personal encargado debe suministrar los datos correctamente, sin omitir ningún tipo de información proveniente a las operaciones de la perforación. Además debe actualizar continuamente la base de datos, para generar confiabilidad en la información.
4. Aplicar la metodología desarrollada tanto en el departamento de planificación como en el lugar de trabajo para reducir efectivamente los problemas operacionales desde el lugar donde se originan para solucionarlos rápidamente.
5. Se recomienda la posibilidad de ampliar el rango de uso de esta metodología en las áreas de completación de pozos y evaluación de yacimientos.
6. Utilizar la herramienta de trabajo Visual Basic para mejorar la carga de datos, ya que esta herramienta permite desarrollar una variedad de diseños según los requerimientos de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Presentación del Proyecto Gas Anaco, PDVSA, (2004).**
2. Romero, E., **“Estudio del Proceso de Reacondicionamiento de Pozos en las completaciones duales en el Distrito Anaco”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (2005).
3. Tafur, N., **“Elaboración de una correlación por arenas para la ubicación de zonas de pérdidas de circulación durante las operaciones de perforación de pozos en el campo San Joaquín”** Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Barcelona. (Octubre 2004).
4. **Código Geológico de Venezuela, PDVSA- Intevep (1999)** Disponible: <http://www.PDV.Com/léxico/posters/ra/2000.htm>. [Consulta: 2007. Marzo20].
5. Gómez Alberto., **“Estudio de Factibilidad de Reactivación de Pozos como Productores de Gas en niveles de separaciones menores a 60 Lpc, en el Área Zapatos Área Mayor Oficina”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (2008).
6. Rondón Jesús., **“Selección de las mechas de Perforación para el Incremento de la Perforabilidad en las Formaciones del campo Mata R”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (2004).
7. M. Hung y S. Meza., **“Automatización de la Información Operacional Asociada a los Procesos de Perforación de Pozos en los Campos Santa**

Ana, Guario, El Roble y El Toco Pertenecientes al Distrito Gas Anaco". Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. Octubre (2009).

8. Rodríguez Jesús., **“Evaluación de las operaciones de reparación, reacondicionamiento y recompletación (Ra/Rc) de pozos aplicadas en el Área Mayor de Anaco (AMA) durante el período 2006-2007”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. Diciembre (2008).
9. Pdvsa, **“Manual PDVSA de Análisis de Tiempos de Construcción y Rehabilitación de Pozos”**. Caracas, Venezuela (1999).
10. Ávila C., **“Aplicación de Diferentes Metodologías para Analizar las causas de los Problemas Técnicos Operacionales de la Perforación Exploratoria en Campos del Oriente de Venezuela”**. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (2007).
11. Programa Visual Basic. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic. Julio (2010).
12. Figura de Visual Basic. Disponible en http://smurfboysblog.files.wordpress.com/2008/02/vb_cover.png. Enero (2010).
13. Microsoft Access 2003. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access. Junio (2010).
14. Microsoft Excel 2003. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel. Junio (2010).

15. **Microsoft Word.** Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft Word](http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word). Junio (2010).
16. **Crystal Report** Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Crystal Reports](http://es.wikipedia.org/wiki/Crystal_Reports). Diciembre (2010).
17. **DFW (Dims For Window).** Carpetas de Pozos.
18. **Fuente: Autoría Propia.**

APÉNDICES

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	DISEÑO DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS OPERACIONALES EN LOS CAMPOS ZAPATO – MATA R EN EL DISTRITO GAS ANACO
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Rodríguez Zurita, Inaimir Josefina	CVLAC: 14.317.718 E MAIL: irz21@hotmail.com
Rodríguez Rodríguez, Mariela Josefina	CVLAC: 15.051.800 E MAIL: gismar20@hotmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Automatización

Base de Datos

Búsqueda

Problemas Operacionales

Procesos**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería de Petróleo

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se realizó un Sistema Computarizado para la automatización de la información operacional asociada a los procesos de perforación de pozos en los campos Zapatos-Mata R pertenecientes al Distrito Gas Anaco. Para ello se estudiaron los reportes diarios de todos los pozos en estudio aportados por la empresa PDVSA S.A. para luego clasificarlos y elaborar una base de datos para integrar la información en la automatización y así resolver la problemática presentada en la empresa con la licencia del Dims, esta base de datos se desarrolló en Microsoft access 2003. Una vez construida esta se procedió a crear paso a paso el nuevo sistema, esto fue posible mediante la herramienta Visual Basic que es un software integrador de datos de uso de Ingeniería y otros ámbitos. Una vez realizada la automatización del proceso se procedió al análisis de la aplicación para obtener los resultados deseados, los cuales son la minimización del tiempo en la búsqueda de datos puntuales de perforación, esto se traduce en optimización del flujo de trabajo en la empresa y disminución de los costos.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Salas, Roberto	ROL	CA	AS	TU <u>X</u>	JU
	CVLAC:	3.413.775			
	E_MAIL	rsalasalfaro@gmail.com			
	E_MAIL				
Morales, Jhonles	ROL	CA	AS	XTU	JU
	CVLAC:	9.726.435			
	E_MAIL	moralesjj@pdvsa.com			
	E_MAIL				
Vilela, Aura	ROL	CA	AS	TU	JU <u>X</u>
	CVLAC:	11.825.435			
	E_MAIL	Auravilela@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU <u>X</u>
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2011	07	14
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. DISEÑO DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F
 G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v
 w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE**ESPACIAL:** _____ (OPCIONAL)**TEMPORAL:** _____ (OPCIONAL)**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**Ingeniero de Petróleo**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**Pre-grado**ÁREA DE ESTUDIO:**Departamento de Petróleo**INSTITUCIÓN:**Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

DE ACUERDO AL ARTÍCULO 41 DEL REGLAMENTO DE TRABAJOS DE GRADO:

“LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA *UNIVERSIDAD DE ORIENTE* Y SÓLO PODRÁN SER UTILIZADOS A OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO, QUIEN LO PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO”

Inaimir Rodríguez

AUTOR

Mariela Rodríguez

AUTOR

Ing. Roberto Salas

TUTOR

Ing. Nivia Díaz

JURADO

Ing. Aura Vilela

JURADO

POR LA SUBCOMISION DE TESIS

Ing. Rayda Patiño