

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



**“EVALUACIÓN DE TIEMPOS PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS EN
LAS OPERACIONES DE LOS TALADROS O CABRIAS DE RA/RC DE
LA EMPRESA SAN ANTONIO INTERNACIONAL DURANTE LOS AÑOS
2009 - 2010”**

Realizado Por:

Iván Antonio Zapata Quiroz

CI: 16.854.139

**Trabajo de Grado Presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
Parcial para Optar al Título de:**

INGENIERO DE PETRÓLEO

Puerto La Cruz, Noviembre de 2011

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



**“EVALUACIÓN DE TIEMPOS PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS EN
LAS OPERACIONES DE LOS TALADROS O CABRIAS DE RA/RC DE
LA EMPRESA SAN ANTONIO INTERNACIONAL DURANTE LOS AÑOS
2009 - 2010”**

Revisado por:

Ing. Roberto Salas
Asesor Académico

Ing. Ricardo Valor
Asesor Industrial

Puerto La Cruz, Noviembre de 2011

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



**“EVALUACIÓN DE TIEMPOS PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS EN
LAS OPERACIONES DE LOS TALADROS O CABRIAS DE RA/RC DE
LA EMPRESA SAN ANTONIO INTERNACIONAL DURANTE LOS
AÑOS 2009 - 2010”**

Aprobado por:

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

APROBADO

Ing. Félix Acosta
Jurado Principal

Ing. Luis Rodríguez
Jurado Principal

Ing. Roberto Salas
Asesor Académico

Puerto La Cruz, Noviembre de 2011

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados con otros fines con el consentimiento del consejo del Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

DEDICATORIA

Principalmente a **Dios**, por haberme dado las fuerzas, las ganas y la sabiduría para guiarme a la culminación de mi carrera.

A mi madre **Blanca Zapata** quien es la persona más importante de mi vida, por su incondicional amor, por ser tan comprensiva y brindarme su apoyo en todo momento.

A mi padre **Iván Zapata** por brindarme su apoyo de manera infinita y estar siempre en todos los momentos de mi vida.

A mi hermano **Cristian Zapata** que es mi motivación e inspiración personal y que me apoyó en toda mi carrera.

A mi abuela **María Zapata** por darme siempre un consejo, por escucharme y ayudarme en mis estudios.

A mi abuelo **Domingo Zapata** (†) por enseñarme su experiencia y como resolver los problemas que se presentan en la vida.

A mi tía **Xiomara Zapata** (†) aunque no está a mi lado físicamente, se que de algún u otro modo siempre estuvo a mi lado guiándome.

A mi tío **Henry Díaz** que siempre me apoyó y me aconsejó que si se podía cumplir una meta.

A mi novia **Iremis Rivas** por apoyarme y siempre estar a mi lado en esos momentos que necesitaba de su apoyo y comprensión TAM.

AGRADECIMIENTO

A Dios, Todopoderoso por estar conmigo en todo momento e instante y por haber salido adelante a pesar de las adversidades.

A mi madre Blanca de Zapata por todo el esfuerzo, dedicación y enseñanza de valores, para que veas en este triunfo la puerta para un futuro mejor, nunca podré pagarte lo que has hecho por mí, muchas gracias te quiero mucho.

A mi padre Iván Zapata por todos sus consejos y apoyo necesarios durante mi vida. Espero que tengas las fuerzas para seguir ayudando a mi hermano como lo hiciste conmigo, muchas gracias te quiero mucho.

A todas las personas que aportaron su granito de arena para realizar este proyecto:

A mi tía Sofía Castro por ayudarme con sus conocimientos técnicos y estar conmigo hasta final.

A mi tío Carlos Sepúlveda por permitirme la entrada a la empresa San Antonio Internacional y prestarme un apoyo incondicional.

A mi tío Carlos Zapata por estar siempre dándome un consejo, por apoyarme, por ayudarme en mis estudios, gracias.

A mi tía Damisela Castro por estar pendiente de mí, por sus buenos consejos, por darme todo su cariño y amistad.

A mi tutor académico Ing. Roberto Salas, por brindarme sus conocimientos y dedicación.

A mi tutor industrial Ing. Ricardo Valor por su respaldo, brindarme sus conocimientos y amistad sinceras, muchas gracias.

El equipo de San Antonio Internacional, Ing. Aldo Balzotti, Luis Perdomo, José Gonzales, Ramón Rondón, Carlos Franco por su amistad brindada y sus conocimientos técnicos.

A los Ing. de PDVSA SAN TOME, por ayudarme cuando lo necesité con su experiencia, en especial a: Elis Caraballo, Miguel Boada. Y todos aquellos que de alguna forma me ayudaron en el desarrollo de mi tesis, muchísimas gracias.

A la Ing. Ivón Ulacio, por haberme brindado su confianza de manera incondicional y sus conocimientos de la carrera.

Al Ing. Jhonles Morales, por ayudarme a desarrollar exitosamente mi tesis con toda su experiencia en la materia.

A la Universidad de Oriente, por haber permitido culminar mi carrera en sus aulas.

Al señor, en especial a: Eduardo Castillo, por brindarme su apoyo incondicional durante mi estadía en el Tigrito durante y después de mis pasantías.

A La familia Irenio Rivas y Mirna de Rivas por haberme brindado toda su ayuda, confianza y abrirme las puertas de sus casa, son excelentes, manténganse unidos como siempre.

A mis compañeros Tesistas: Daniel Marcano, Diego Parequeima, Sara Rangel, Diego Vásquez, José Ángel Rojas.

A mi abuela Juana Castro por ayudarme con mis estudios, por siempre estar a mi lado, por darme buenos consejos, por su motivación para seguir adelante.

Y a todos, y disculpen los que se me escapan, que de alguna u otra forma contribuyeron a la realización de este logro.

IVÁN A. ZAPATA Q.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	19
EL PROBLEMA	19
1.1 Breve reseña histórica de la empresa	19
1.2 Ubicación geográfica	20
1.3 Sitio laboral	22
1.4 Planteamiento del problema.....	23
1.5 Objetivos de la investigación	24
1.5.1 Objetivo general.....	24
1.5.2 Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II:	26
MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Antecedentes de la investigación	26
2.2 Bases teóricas:.....	28
2.2.1 Tiempo de operación.....	28
2.2.1.1 Tiempo productivo	28
2.2.1.2 Tiempo improductivo (no productivo).....	29
2.2.1.3 Tiempo por Mudanza.	30
2.2.2 Proceso de rehabilitación de un pozo.....	30

2.2.2.1 Fase mudar (m).	31
2.2.2.1.1 Etapa desvestir (de).	32
2.2.2.1.2 Etapa transportar (tr).	32
2.2.2.1.3 Etapa vestir (ve).	32
2.2.2.1.4 Etapa mantenimiento (ma).	32
2.2.2.2 Fase Habilitar (H):	32
2.2.2.2.1 Etapa preparar pozo (pp)	33
2.2.2.2.2 Etapa trabajos programados	33
2.2.2.3 Fase evaluar yacimiento (e).	33
2.2.2.3.1 etapa preparar pozo (pp)	33
2.2.2.3.2 Etapa evaluar (ey)	34
2.2.2.4 Fase completar (c).	34
2.2.2.4.1 Etapa preparar pozo (pp)	34
2.2.2.4.2 Etapa control de arena (ca)	34
2.2.2.4.3 Etapa completación (CO)	35
2.2.2.5 Fase abandonar (a)	35
2.2.2.5.1 Etapa preparar pozo (pp)	35
2.2.2.5.2 Etapa abandonar (AB)	35
2.2.2.5.3 Etapa suspender (SU)	36
2.2.3 Rehabilitación de pozos	36
2.2.3.1 Estimulación de pozos.	37
2.2.3.1.1 Succión	38
2.2.3.1.2 Inyección de fluidos	39
2.2.3.1.3 Fracturamiento de estratos	40
2.2.3.2 Acidificación	42
2.2.3.3 Limpieza de pozos	44
2.2.3.4 Arenamiento	44
2.2.3.5 Acumulación de parafina	47
2.2.3.6 Cementación forzada	49

2.2.3.7 Operaciones de pesca	50
2.2.3.8 Cañoneo	51
2.2.3.9 Completación del pozo.....	52
2.2.3.9.1 Tipos de completación	52
2.2.4 Descripción del equipo sai-206.....	60
2.2.4.1 Taladro Tipo Workover 550 HP.	60
2.2.5 Componentes del taladro.....	61
2.2.5.1 Sistema de levantamiento.....	61
2.2.5.2 Sistema de circulación.....	65
2.2.5.3 Sistema de potencia.....	66
2.2.5.4 Sistema de seguridad.....	66
2.2.6 Especificaciones técnicas del taladro.....	68
2.2.7 Diagrama de Pareto	69
CAPÍTULO III.....	73
MARCO METODOLÓGICO.....	73
3.1 Revisión bibliográfica.....	73
3.1.1 Recopilación de información.....	73
3.1.2 Evaluación de los tiempos operacionales de un taladro.....	74
3.1.3 Hoja de control #1 “reporte mensual de operaciones”.....	75
3.1.4 Hoja de control # 2 “descripción de las operaciones”.....	77
3.1.5 Rehabilitaciones realizadas por los taladros de san antonio internacional en el distrito oriente durante los años 2009-2010.	79
3.2 Clasificar las fallas operacionales de los taladros ra/ rc de la empresa san antonio internacional durante los años 2009-2010.....	84
3.3 Determinar los tiempos productivos e improductivos mediante la aplicación del diagrama de pareto.....	85
3.4 Analizar el efecto de las fallas en la rentabilidad de las operaciones.....	87

CAPÍTULO IV	88
DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	88
4.1 Determinación de los tiempos productivos e improductivos mediante la aplicación del diagrama de pareto.....	88
4.1.1 Análisis gráfico de los tiempos operacionales.	88
4.1.2 Distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros 2009-2010.....	90
4.1.3 Distribución de los tiempos productivos e improductivos generadas por las actividades ocurridas en los taladros para los años 2009-2010.....	92
4.2 Análisis el efecto de las fallas en la rentabilidad de las operaciones.....	101
4.3 Elaboración un plan de mejoras en las operaciones de ra/rc para la empresa san antonio internacional.....	105
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Especificaciones técnicas del taladro.....	69
Tabla 3.1 Pozos rehabilitados por los taladros sai-126, sai-206, sai-134 en el año 2009.....	80
Tabla 3.2: Pozos rehabilitados por los taladros sai-131, sai-388, sai-319 en el año 2009.....	1
Tabla 3.3 Pozos rehabilitados por los taladros sai-126, sai-131, sai-134 en el año 2010.....	1
Tabla 3.4: Pozos rehabilitados por los taladros sai-206, sai-319, sai-388 en el año 2010.....	1
Tabla 4.1. Reducción de costos de fallas operacionales por categoría 2009 - 2010.	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1.1 Ubicación geográfica de la empresa servicios san antonio internacional c.a.	21
Fig.1.2 Ubicación relativa de la empresa servicios san antonio internacional c.a con relación a poblados cercanos.	22
Fig 2.1 Proceso de rehabilitación de pozo.	31
Fig 2.2 Abandono del estrato inferior a y reterminación del pozo en el estrato b.	37
Fig. 2.3. Disposición de los elementos requeridos para succionar e inducir el flujo de petróleo de un estrato cuya permeabilidad está obstruida.	39
Fig. 2.4. Estimulación de la productividad del pozo por la inyección de fluido y fracturamiento del estrato mantenido por cuñas.	1
Fig.2.5 Fracturamiento del estrato e inyección de material sólido para lograr mejor productividad del pozo.....	42
Fig. 2.6. Disposición de los elementos requeridos para estimular el pozo mediante la inyección de ácido.....	43
Fig. 2.7. Bombeo de fluido para limpiar un pozo arenado.....	44
Fig. 2.8. Terminación por empaque de grava.....	45
Fig. 2.9. Tuberías caladas concéntricas preempacadas.	47
Fig. 2.10. Adhesiones de parafina que obstruyen la producción del pozo y merman su potencial.....	48
Fig. 2.11. Cementación forzada. (squeeze).	50
Fig. 2.12 Herramienta de pesca para extraer tuberías del hoyo.	51
Fig.2.13. Carga jet pre – formadas.....	52
Fig. 2.14. Completación sencilla, pozo vertical.	54
Fig. 2.15. Terminación sencilla.....	1
Fig. 2.16. Terminación sencilla.....	1
en hoyo desnudo.....	1

Fig. 2.17. Terminación sencilla con tubería calada.....	1
Fig. 2.18. Terminación sencilla y empaque con grava.....	1
Fig.2.19. Terminación vertical doble básica.....	1
Fig. 2.20. Terminación vertical doble invertida.....	1
Fig. 2.21. Terminación vertical doble con dos tuberías.....	1
Fig. 2.22. Terminación vertical triple.....	1
Fig. 2.23 Terminación vertical triple con tres. tuberías.....	59
Fig 2.24 Cabria. sai-206 –.....	61
Fig: 2.25 Diagrama de Pareto.....	72
Fig. 3.0 Reporte mensual de operaciones (00:00-24:00).....	77
Fig 3.1 Hoja de control # 2 “descripción de operaciones”.....	79
Fig 3.2 clasificación de las fallas operacionales de los taladros ra/rc.....	85
Fig. 4.1 distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros para el período total de estudio (2009-2010).....	91
Fig. 4.2 Distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros para el año 2009.....	91
Fig. 4.3 Distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros para el año 2010.....	92
Fig. 4.4 Distribución de los tiempos productivos e improductivos generadas por las actividades ocurridas en los taladros en los año 2009-2010.....	94
Fig. 4.5 Distribución de los tiempos improductivos generadas por reparación de elementos año 2009.....	98
Fig. 4.6 Distribución de los tiempos improductivos generadas por reparación de elementos año 2010.....	1
Fig. 4.7 Distribución del tiempo perdido por año 2009.....	1

Fig. 4.8 Distribución del tiempo perdido año 2010.	101
Fig. 4.9. Distribucion porcentual de las fallas operacionales por categoría en los años 2009-2010.	102
Fig.4.10.Distribución porcentual de las fallas operacionales por taladro en los años 2009-2010.	104

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en evaluar los tiempos productivos e improductivos en las Operaciones de los Taladros o Cabrias de Ra/Rc de la Empresa San Antonio Internacional durante los Años 2009-2010. En tal sentido, la empresa Servicios San Antonio internacional, C.A decide realizar una evaluación a los seis taladros de modalidad Workover, para determinar su desempeño, rentabilidad y eficiencia en las operaciones de campo. Para lograr la evaluación de los taladros Workover se partió de los reportes generados durante los años 2009-2010, se revisaron y analizaron los tiempos operacionales (tiempos productivos e improductivos), se elaboraron tablas con los tiempos operacionales, pozos intervenidos, costos de las horas paradas de los taladros por fallas operacionales, se realizaron gráficos para obtener mejores análisis en los resultados, también se revisaron y compararon los costos de operación de los equipos de la empresa. En cuanto a los resultados obtenidos, se observó un incremento de los tiempos productivos por el aumento de tiempo de “Espera del Cliente” y tiempo “Fuerza Mayor” y una disminución del tiempo improductivo por la reducción del “Tiempo Perdido” y tiempo por “Reparación”, significando una reducción de los costos y un aumento del rendimiento, asociados principalmente a los sucesivos problemas con las herramientas de subsuelo y equipos de superficie, a pesar de existe una disminución del tiempo improductivo, todavía existe un porcentaje significativo, por lo tanto hay que optimizar las operaciones del mismo en el campo, para así de esta forma garantizar el éxito en las actividades que permitan generar valor agregado a la empresa.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Breve reseña histórica de la empresa

San Antonio Internacional, C.A, ha brindado servicios terrestres de Perforación, Pulling y Workover en América Latina durante casi 50 años. De esta forma, la empresa acumula y conserva un conocimiento valioso, producto de la experiencia técnica y profesional. Con un promedio de 18 años de experiencia a través de múltiples líneas de negocios en servicios de exploración y producción desarrollados en las regiones de operación centrales en América Latina, los gerentes cuentan con un vasto conocimiento de la base de clientes, los requisitos técnicos y las condiciones de trabajo de cada mercado local.

La fuerza de trabajo de campo, compuesta por operarios y supervisores de equipo altamente entrenados, ofrece una plataforma única para el crecimiento sostenido de nuestras áreas de operación principales. Por último, las estadísticas de seguridad líderes en la industria y las certificaciones de calidad obtenidas aumentan aún más la satisfacción de los clientes. En el año 2000, se produjo la adquisición e integración de varias compañías, incluida la adquisición de Servicios Especiales San Antonio S.A., lo que permitió la creación de la división de Servicios de E&P en Argentina.

En los últimos cinco años, el crecimiento se debió principalmente a la expansión del alcance geográfico de los servicios, por medio del desarrollo de relaciones comerciales tanto con clientes nuevos, como con antiguos clientes; y

además se alcanzó una importante ventaja a través de la creciente demanda de servicios de yacimiento en América Latina.

1.2 Ubicación geográfica

San Antonio Internacional, C.A, se encuentra ubicada al sur del estado Anzoátegui, en la Ciudad del Tigrito específicamente en el municipio San José de Guanipa. Actualmente poseen seis taladros de tipo Workover certificados en la industria petrolera, de los cuales dos están operando en los campos de Anaco y los cuatro restantes maniobran en los campos como: Cabrutica, Oritupano, San Tomé, Dación. La **Figura 1.1** se muestra la ubicación geográfica de la empresa.

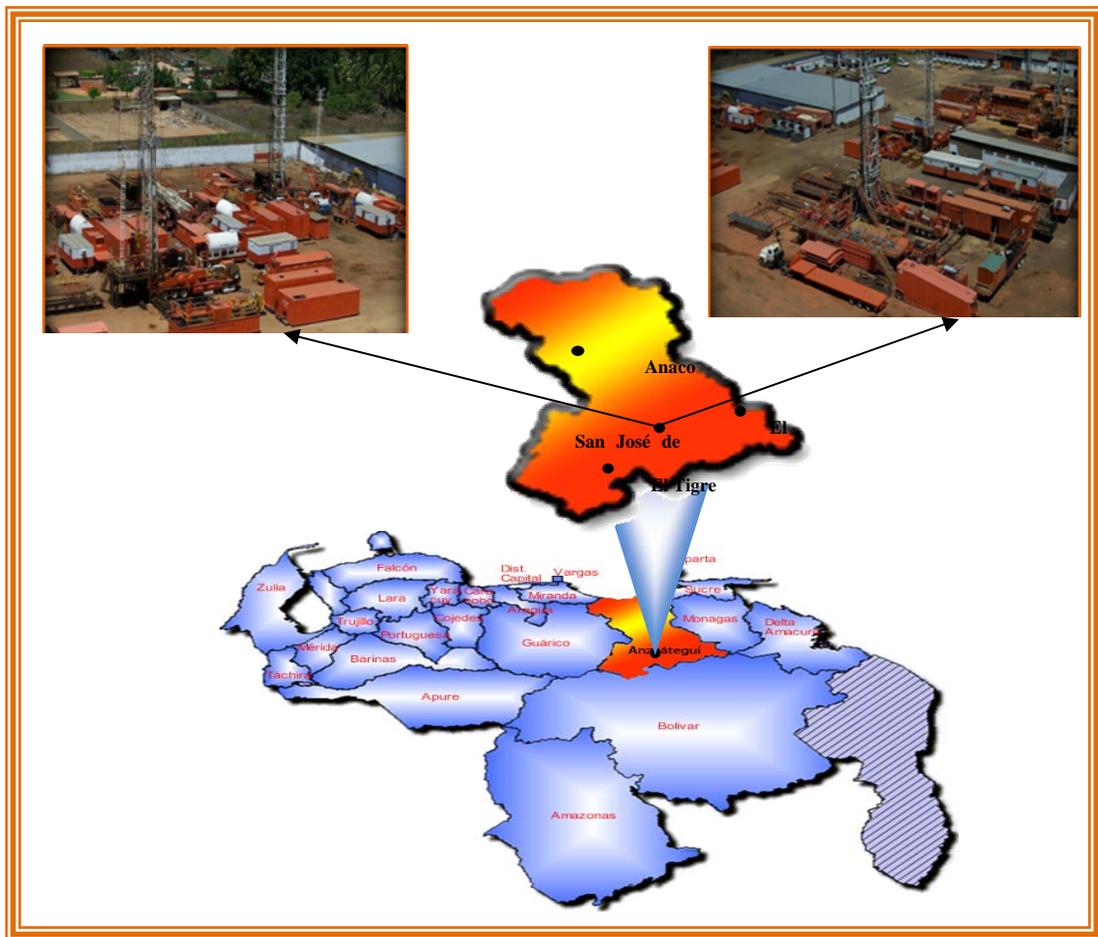


Fig.1.1 Ubicación geográfica de la empresa servicios san antonio internacional

C.a.

1.3 Sitio laboral

La Empresa está situada en la avenida Leonardo Ruíz Pineda cruce con calle Trujillo. El departamento donde se realizó éste trabajo de grado, fue en el departamento de operaciones y mantenimiento de los taladros de Reacondicionamiento y Recompletación de Pozos. Este departamento se encarga del conjunto de actividades de operaciones y planificaciones para el acondicionamiento de los equipos. En la **Figura 1.2** se muestra la ubicación relativa de la empresa.

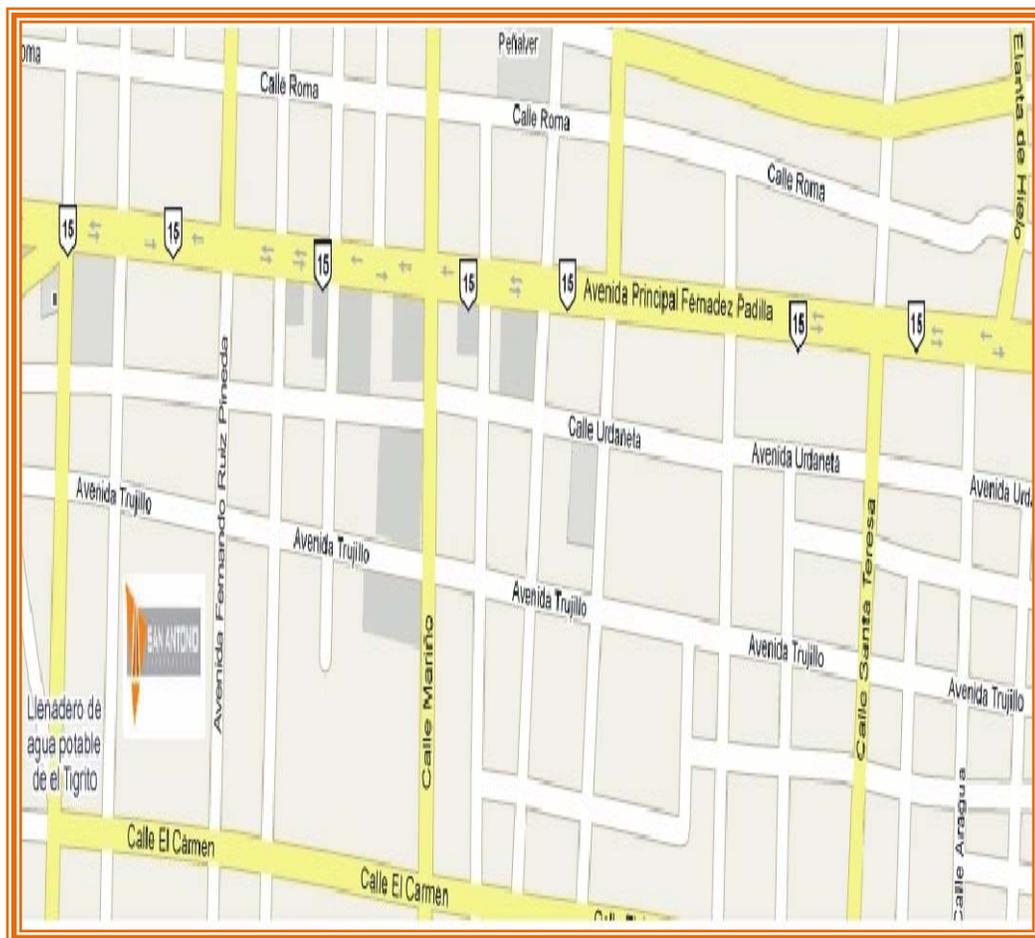


Fig.1.2 Ubicación relativa de la empresa servicios san antonio internacional c.a con relación a poblados cercanos.

1.4 Planteamiento del problema

La empresa San Antonio Internacional, C.A, tiene como objetivo fundamental prestar servicios a la industria petrolera, ésta se encuentra ubicada en la zona sur del estado Anzoátegui, en donde ha operado con éxito en diversos campos del oriente del país.

El servicio que presta la empresa es a través de taladros, que consiste en el Reacondicionamiento y Recompletación (RA/RC) y el mantenimiento de pozos petroleros, en donde se generan un conjunto de actividades en los pozos productivos (preexistentes) para así mantener, restaurar o incrementar su producción.

De estos equipos (Taladros) que realizan dichas actividades, es resaltante su estado, debido a que para la adecuada prestación del servicio se necesita de un conjunto de componentes, tales como el propio taladro autopropulsado, la subestructura, el acumulador de presión, las plantas generadoras de electricidad, la bomba de lodo, el tanque activo, los tanques de almacenamiento, entre otros; y además de estos grandes componentes, está la gama de herramientas, que se requieren para realizar la operación como tal en el campo, y que comprenden entre otras por los elevadores, las llaves hidráulicas, las cuñas manuales y neumáticas. Estas últimas son utilizadas bajo el control de un operador para realizar la operación de unir o desacoplar de manera roscada y creando torque mediante un sistema de presión hidráulica, la serie de tuberías y cabillas que se insertan o sacan en lo que se denomina la sarta de tuberías hoyo abajo en un pozo petrolero.

Dicho estudio abarcara los tiempos productivos y no productivos: los tiempos productivos (Hrs Operativas, Hrs de Espera, Hrs de Fuerza Mayor) y los tiempos no productivos (Hrs de Reparación, Hrs de Tiempo Perdido), las cuales son parte del proceso de Reacondicionamiento y Recompletación de pozos, y le competen a San

Antonio Internacional, C.A, como Empresa de Servicio (suministro de equipos y personal calificado).

Al analizar los reportes operacionales y poder detectar y a la vez calificar los tiempos productivos y los tiempos no productivos relacionadas, se podrán obtener recomendaciones, soluciones, índices referenciales, correctivos técnicos, que permitan a San Antonio Internacional, C.A, tener planificaciones de futuros pozos a reacondicionar y recompletar más ajustados a la realidad, incluyendo planificaciones de contingencia, personal capacitado y debidamente entrenado que ayuden a solucionar las actividades y reducir los tiempos improductivos.

Es fundamental optimizar las operaciones de los taladros que trabajan en los pozos petroleros de PDVSA, ya que el cliente asume este factor como un indicador de eficiencia y de calidad de servicios de la contratista. Además de lo anterior, es importante mencionar que la facturación de la empresa depende directamente de la cantidad de horas mes efectivas en operación y en este punto es donde entra la necesidad de mejorar el proceso de servicio, pues cuando están en operación son determinantes para mantener los tiempos productivos y evitar así los lucros cesantes causados por los tiempos improductivos que generan como consecuencia perdida de dinero, debido a fallas en el proceso.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Evaluar los Tiempos Productivos e Improductivos en las Operaciones de los Taladros o Cabrias de Ra/Rc de la Empresa San Antonio Internacional durante los Años 2009 - 2010.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Clasificar las fallas operacionales de los taladros Ra/Rc de San Antonio Internacional durante los años 2009 - 2010.
2. Determinar los tiempos productivos e improductivos mediante la aplicación del diagrama de Pareto.
3. Analizar el efecto de las fallas en la rentabilidad de las operaciones.
4. Elaborar un plan de mejoras en las operaciones de Ra/Rc para la empresa San Antonio Internacional.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En las operaciones de reacondicionamiento y rehabilitación de pozos de petróleo y gas, los tiempos productivos e improductivos en los distintos taladros es una de las principales preocupaciones durante las operaciones, es por ello que el criterio de mejorar las operaciones debe ser estrictamente estudiado tomando en consideración todos los parámetros necesarios para poder así reducir los problemas operacionales que se puedan presentar al momento de la reacondicionar y rehabilitar un pozo. A continuación se presenta un resumen de las investigaciones realizadas en el área de estudio, que servirán de base, ya sea por su contenido o por su metodología, para el desarrollo del presente Trabajo de Grado, siendo éstas a saber:

Rondón, D. (2003), realizó un trabajo de investigación en la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui. Su estudio se basó en el análisis técnico-económico de los trabajos de reacondicionamientos de pozos en la unidad de explotación Barinas de PDVSA, se utilizaron los archivos de los pozos, registros impresos, herramientas de software, etc. Para realizar análisis de tiempo a las operaciones efectuadas, resumen de operaciones ejecutadas, analizar registros de pozos, para estimar las condiciones del pozo y el yacimiento, comportamiento de producción, estado mecánico de los pozos información adicional, detectando las fallas y los problemas.

[1]

Sánchez, M. (2007), realizó un trabajo de investigación en la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui. A través del cual se estudió el comportamiento de los pozos previamente seleccionados de acuerdo con su enfoque, mediante la evaluación de los

trabajos realizados a pozos de la U.P pesado, Distrito San Tomé durante el período 2004 - 2005. Dada la incertidumbre de la efectividad de los procesos operacionales y técnicas de evaluación aplicadas a los mismos, en los ámbitos económicos, geológicos, operaciones de perforación, completación y producción, con el fin de garantizar una caracterización confiable de los aspectos que pudieron influir en el éxito o fracaso de esos trabajos para esta forma realizar recomendaciones y generar un patrón de operaciones a condiciones particulares. [2]

Figuroa, J. (2005), realizó un trabajo de investigación en la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui. Su estudio se basó en el “Análisis de la Matriz Integral de Rehabilitación (M.I.R.E), para su Aplicación en los Pozos del Campo Melones, Distrito Sur - PDVSA Oriente. El proyecto de análisis de esta herramienta comenzó con la modificación de la matriz original hasta convertirla en una herramienta completamente práctica y con rasgos de programas de completación, capaz de determinar porcentajes de definición y complejidad del proyecto de rehabilitación. [3]

Campos, M. (2006), realizó un trabajo de investigación en la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui. Su estudio se basó en la “Evaluación de los Tiempos Improductivos Durante la Etapa de Perforación, para Prevenir la Ocurrencia de Eventos no Deseados en las Áreas Operacionales AMA y AMO; Distrito Gas Anaco”. Esta investigación consiste en un minucioso Análisis de los Tiempos Improductivos durante la Etapa de Perforación, ocurridos durante los períodos (2000-2002) y (2003 hasta junio del 2005), el cual permitirá conocer el porcentaje (%)

Improductivo, para cada período de estudio, además reducir las causas que originan dichos tiempos no productivos permitiendo así proponer mejoras y posibles soluciones que minimicen los tiempos no productivos, debido a que estos tendrán una injerencia directa en el incremento del costo original planificado del pozo.[4]

2.2 Bases teóricas:

2.2.1 Tiempo de operación

El objetivo básico que se debe alcanzar, es el de establecer con claridad y precisión, la porción de tiempo dedicada a operaciones productivas y las no productivas. Para esto se hace necesario dividir en dos fracciones de tiempo para cada una de estas actividades un Tiempo Productivo y un Tiempo Improductivo.

2.2.1.1 Tiempo productivo

Es el período de aquellas actividades de los equipos, que contribuyen al progreso de rehabilitación del pozo de acuerdo a lo planificado o de eventos adicionales no contemplados en la planificación, que surgen a requerimiento del cliente.

El tiempo productivo está subdividido en: Tiempo Operativo, Tiempo de Espera, y Tiempo por Fuerza Mayor. ^[4]

- **Tiempo Operativo:** Se define como aquel tiempo en el cual el taladro de rehabilitación opera en condiciones normales. También es conocido como tiempo efectivo de trabajo.

- **Tiempo de Espera Atribuible a LA COMPAÑÍA:** Es el tiempo en el cual la unidad no opera por razones atribuibles a **LA COMPAÑÍA**, tales como: espera por reparación de vías de acceso, espera por permisos, o espera por personal, herramientas, materiales, equipos o servicios que deban ser suministrados por **LA COMPAÑÍA (PDVSA)**.
- **Tiempo por Fuerza Mayor:** Es el tiempo en el cual la unidad no opera por causas extrañas no imputable a ninguna de las partes, tales como: paros generales y las huelgas ilegales declaradas así por los autoridades competentes, disturbios civiles, ordenes o disposiciones de autoridades gubernamentales (de hecho o decreto fenómenos de la naturaleza, fuego, inundaciones y demora inevitables en la obtención de equipos, suministros o materiales a cabo del contratante.

2.2.1.2 Tiempo improductivo (no productivo)

Se define como el período acreditable a eventos o actividades en las operaciones del equipo, que retardan el avance de las actividades de construcción y rehabilitación de un pozo según lo planificado. Inicia desde que se evidencia una actividad improductiva hasta que se encuentran de nuevo las condiciones operacionales productivas que tenían antes del evento imprevisto.

Para el mejor análisis de los eventos que generan tiempos improductivos durante la fase del proceso de rehabilitación, el tiempo improductivo está subdividido en: Tiempo de Reparación, Tiempo Perdido.

- **Tiempo Perdido:** Son todos aquellos acontecimientos no productivos que por su naturaleza no son considerados como tiempo problemas y no están asociados a condiciones del hoyo sino a eventos logísticos y superficiales.

- **Reparación Mecánica o Tiempo de Espera a Cargo de EL CONTRATISTA:** Es el tiempo durante el cual, dicha unidad no opera por defectos o fallas de sus componentes o por tiempo de espera de materiales, herramientas, personal o equipos asociados a la reparación de tales fallas. Es atribuible a **LA CONTRATISTA** el tiempo de espera por los equipos unidades de transportación. En este caso **EL CONTRATISTA** es Servicios San Antonio Internacional C.A.

2.2.1.3 Tiempo por Mudanza.

Es el tiempo que se inicia cuando la unidad es montada en su totalidad en los camiones y es movilizada hasta una nueva locación en el área del pozo o cuando es transportada de un pozo a otro. Entre los tiempos por mudanza se incluyen:

- **Tiempo por Vestida:** Es el tiempo comprendido desde que la unidad y todos sus componentes es ubicada en su totalidad en la locación del pozo, hasta la instalación de las líneas de flujo, instalación de tanques, instalación de bombas e instalación de la unidad en su totalidad.
- **Tiempo por Desvestida:** Es el tiempo comprendido desde que se instalada la sección “C”, hasta que la unidad este montada en su totalidad en los camiones de transportación.

2.2.2 Proceso de rehabilitación de un pozo

Esta puede ser dividida en una serie de fases que corresponden a actividades técnicamente independientes, las cuales describen el proceso de rehabilitación de un pozo desde que se inician los preparativos para la mudanza del taladro, hasta que se prueba satisfactoriamente el Árbol de Navidad o se asegura el pozo. **(Figura 2.1).**

El orden en el proceso de rehabilitación pudiese conllevar la siguiente secuencia lógica: Mudar, Habilitar, Evaluar Yacimiento, Completar, Abandonar. [5]

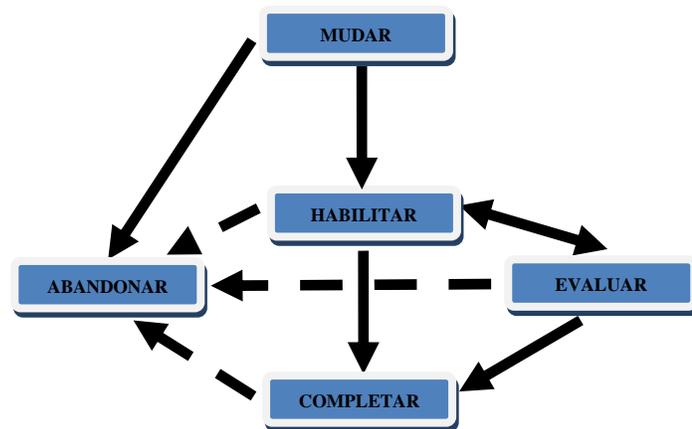


Fig. n° 2.1 Proceso de rehabilitación de pozo.

2.2.2.1 Fase mudar (m).

Corresponde a las actividades que involucran el movimiento del equipo de rehabilitación desde un pozo a otro pozo, de un patio o un dique a un pozo o viceversa.

La Fase **MUDAR** comprende las siguientes Etapas:

- Desvestir.
- Transportar.
- Vestir.
- Mantenimiento.

2.2.2.1.1 Etapa desvestir (de).

Incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de Rehabilitación en 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.

2.2.2.1.2 Etapa transportar (tr).

Incluye el tiempo asociado al movimiento de cargas entre dos lugares (localizaciones, localización/patio o viceversa), desde el inicio de movimiento de la primera carga hasta que se haya completado el movimiento de la última carga.

2.2.2.1.3 Etapa vestir (ve).

Incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de Rehabilitación para iniciar la Fase de HABILITAR.

2.2.2.1.4 Etapa mantenimiento (ma).

Corresponde a las actividades necesarias dentro de la Fase MUDANZA, para realizar el mantenimiento programado y/o acondicionamiento del equipo de rehabilitación.

2.2.2.2 Fase Habilitar (H):

Corresponde al grupo de operaciones asociadas con la rehabilitación del pozo, preparar pozo, trabajos programados.

La Fase de **HABILITAR** consta de dos Etapas:

- Preparar Pozo.
- Trabajos Programados.

2.2.2.2.1 Etapa preparar pozo (pp)

.

Son actividades relacionadas con la preparación del hoyo o pozo previo a comenzar el reacondicionamiento.

2.2.2.2.2 Etapa trabajos programados

.

Corresponde al grupo de operaciones que se presentan en el proceso de rehabilitación de un pozo.

2.2.2.3 Fase evaluar yacimiento (e).

Son actividades relacionadas con las operaciones de evaluación de yacimiento.

La Fase de **EVALUAR YACIMIENTO** comprende las siguientes Etapas:

- Preparar Pozo.
- Evaluar.

2.2.2.3.1 etapa preparar pozo (pp).

Son actividades relacionadas con la preparación del hoyo o pozo previos a la evaluación de yacimientos.

2.2.2.3.2 Etapa evaluar (ey)

Corresponde al grupo de actividades asociadas al proceso de evaluación propiamente dicho. Incluye las corridas de registro de corrección de correlación, cañoneo, estimulación, control y posibles aislamientos temporales requeridos para evaluar otra zona o su abandono definitivo.

2.2.2.4 Fase completar (c).

La Fase **COMPLETAR** comprende las siguientes Etapas:

- Preparar Pozo.
- Control de Arena.
- Completación.

2.2.2.4.1 Etapa preparar pozo (pp).

Son actividades relacionadas con la preparación del pozo previo a la completación.

2.2.2.4.2 Etapa control de arena (ca).

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.

2.2.2.4.3 Etapa completación (CO).

Corresponde a las actividades asociadas a la bajada del equipo de completación del pozo.

2.2.2.5 Fase abandonar (a)

Esta Fase corresponde a las actividades relacionadas con las operaciones de abandono definitivo o temporal del pozo.

La Fase de **ABANDONAR** comprende las siguientes Etapas:

- Preparar Pozo.
- Abandonar.
- Suspender.

2.2.2.5.1 Etapa preparar pozo (pp).

Son aquellas actividades que tienen como propósito acondicionar el pozo para dejarlo libre de cualquier equipo o herramienta que impida su abandono.

2.2.2.5.2 Etapa abandonar (AB)

Corresponde a las operaciones relacionadas con el **abandono definitivo** del pozo.

2.2.2.5.3 Etapa suspender (SU).

Corresponde a las operaciones relacionadas con el **Abandono Temporal** del pozo

2.2.3 Rehabilitación de pozos

Las razones por las cuales se propone la rehabilitación de un pozo son muy variadas. Estas razones involucran aspectos operacionales que justifican la continua utilización del pozo en el campo y, por ende, las inversiones y/o costos requeridos. La rehabilitación es una tarea de mayores proporciones y alcances que el mantenimiento, la estimulación o limpieza corrientes. Puede exigir la utilización de un equipo o taladro especial para rehabilitación o un taladro de perforación.

Generalmente, los pozos de un campo petrolero se clasifican según su mecanismo y mecánica de producción como de flujo natural, de levantamiento artificial por gas, de bombeo mecánico o bombeo hidráulico, de flujo por inyección alterna o continua de vapor, o como inyectores de gas o de agua, o como pozos de observación. Así que durante su existencia como pozo productor, el pozo puede cambiar de estado una o varias veces, y ese cambio o cambios puede requerir varios reacondicionamientos.

Por ejemplo, un pozo puede haber comenzado como pozo productor por flujo natural pero al correr del tiempo puede ser convertido a flujo por levantamiento artificial por gas o bombeo hidráulico o mecánico. Quizás en la etapa final de su vida útil puede ser convertido a inyector o a pozo de observación. O, a lo mejor, requiere que el estrato productor original sea abandonado y el pozo reterminado en un estrato superior como productor de un yacimiento distinto.

También puede darse el caso de que al abandonar el yacimiento donde fue originalmente terminado el pozo, no existan posibilidades de una reterminación hoyo arriba y el pozo pueda ser utilizado para desviarlo y ahondarlo para explorar horizontes desconocidos más profundos o hacer una terminación más profunda en yacimientos ya conocidos. Todas las alternativas antes mencionadas exigen estudios y evaluaciones precisas que desembocan en inversiones y costos mayores, los cuales deben ser justificados técnica y económicamente con miras a la rentabilidad requerida. (**Figura 2.2**).

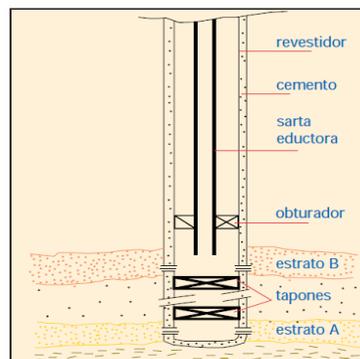


Fig. 2.2. Abandono del estrato inferior a y reterminación del pozo en el estrato b.

2.2.3.1 Estimulación de pozos.

Durante el preciso período de la terminación del pozo, o durante la vida productiva del pozo, se presentan situaciones en las que el estrato productor no descarga fácilmente el supuesto volumen de hidrocarburos hacia el pozo. Algunas veces esta inconveniencia puede ser sencilla y de fácil corrección, pero otras veces se puede presentar muy difícil y casi insoluble. [6]

2.2.3.1.1 Succión.

Durante la terminación, la estimulación más sencilla es la succión. Mientras dura la perforación y la terminación, el fluido de perforación impone contra la pared del hoyo una presión algo mayor que la mayor presión que pueda tener cualquier estrato. Esta diferencia de presión hace que la parte líquida del fluido así como partículas micrométricas de sus componentes sólidos se filtre hacia la periferia del hoyo.

Si esta invasión es muy severa y extensa deteriora marcadamente la permeabilidad del estrato productor en las inmediaciones del hoyo. Por tanto, cuando se hagan los intentos de poner el pozo a producir no se logrará el flujo anticipado. Entonces, para remediar la situación se trata de inducir el pozo a fluir succionándolo.

Para esto se utiliza la misma tubería de educación y un cable en cuyo extremo va colgado un émbolo especial de succión. El émbolo se introduce a una cierta profundidad en la tubería, y al sacarlo facilita la extracción de cierto volumen de fluido de la tubería y a la vez impone una fuerza de succión al estrato productor.

La succión del estrato se va haciendo más fuerte a medida que el émbolo va achicando el pozo a mayor profundidad.

La aplicación de la succión tiene como propósito limpiar la periferia o zona invadida del pozo y establecer la permeabilidad e inducir el flujo del pozo utilizando la energía natural del yacimiento. En la práctica, un mínimo de succiones pueden ser suficientes para lograr el flujo, pero a veces se succiona durante muchas horas o días sin éxito y entonces hay que recurrir a otros medios. **(Figura 2.3).**

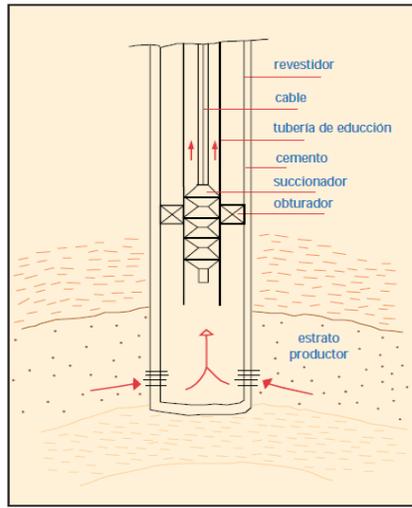


Fig. 2.3. Disposición de los elementos requeridos para succionar e inducir el flujo de petróleo de un estrato cuya permeabilidad está obstruida.

2.2.3.1.2 Inyección de fluidos.

Si durante las tareas de terminación el estrato productor no permite que el petróleo fluya con facilidad, esto significa que el daño a la permeabilidad en la periferia del hoyo debe ser corregido.

La inyección de fluidos como petróleo liviano, querosén o destilados puede lograr arrancar o desplazar las obstrucciones y facilitar la limpieza de los canales de flujo durante el contraflujo que se produce al poner el pozo en pruebas de producción. Para coadyuvar la acción desplazante del fluido inyectado, se puede optar por agregarle desmulsificantes o agentes que activen su desplazamiento y su acción de barrido del material que obstruye los poros.

El volumen de fluidos y aditivos y la presión de inyección dependerán del espesor del estrato, de la competencia y características de la roca, según las apreciaciones derivadas de los datos logrados por análisis de ripio, núcleos y registros petrofísicos.

2.2.3.1.3 Fracturamiento de estratos

En ciertas ocasiones, la inyección de fluidos a un determinado estrato puede hacerse con la deliberada intención de fracturarlo, o sea abrir canales de flujo de mayor amplitud y penetración alrededor de la periferia y más allá del hoyo, debido a que la baja permeabilidad natural, más la invasión del filtrado y partículas del fluido de perforación depositadas en el estrato, imposibilitan que pueda existir flujo hacia el pozo. Para estos casos es muy importante tomar en cuenta la viscosidad, peso y composición del fluido, como también la presión de ruptura que debe aplicarse para fracturar el estrato. Como la inyección debe concentrarse en determinado intervalo y la prolongación del resquebrajamiento del estrato debe ser radial, es muy importante que la cementación entre el revestidor y el estrato, por encima y por debajo del intervalo escogido para hacer la inyección, sea sólida y fuerte para evitar canalización y fuga del fluido hacia arriba y/o hacia abajo, a lo largo de la cementación, o que el fluido fracture intervalos no escogidos. Como podrá apreciarse, el fluido inyectado a alta presión penetra en el estrato como una cuña que abre canales de flujo. Sin embargo, al descartar el fluido, durante el flujo desde el estrato al pozo, puede ser que desaparezcan los canales al disiparse la presión de ruptura y asentarse el estrato, o quizás se haya logrado que permanezcan los canales estables y abiertos. **(Figura 2.4).**

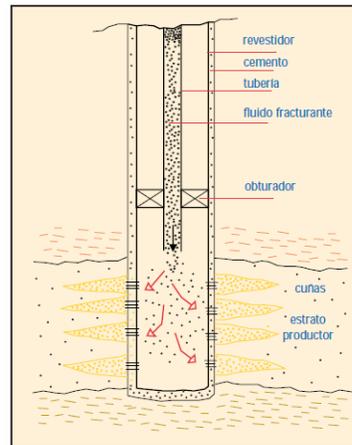


Fig. 2.4. Estimulación de la productividad del pozo por la inyección de fluido y fracturamiento del estrato mantenido por cuñas.

Otra modalidad de fracturamiento es que al fluido se le agrega, en relación de volumen por volumen, un material sólido y competente, generalmente arena de determinadas especificaciones con respecto a tamaño de granos, circularidad, distribución del agregado, resistencia, densidad y calidad. Al inyectarse la mezcla al estrato, la arena va depositándose en los canales como una cuña estable, porosa y permeable, que impedirá el asentamiento del estrato al desvanecerse la presión de ruptura y, por ende, mantendrá los canales de flujo abiertos. Este procedimiento ha dado muy buenos resultados y, a medida que se ha acumulado mucha experiencia de campo, la tecnología de aplicaciones de fracturamiento ha avanzado en lo concerniente al diseño y fabricación de equipos y herramientas y en la selección, preparación y utilización de sólidos y fluidos para atender una variedad de necesidades. Todos estos adelantos permiten hacer hoy fracturamientos masivos que involucran altos volúmenes de fluidos y sólidos. Por ejemplo, en intervalos de gran espesor, arena muy compacta y de muy baja porosidad se ha inyectado 3.262.518 litros (20.519 barriles) de fluido gelatinoso de alta viscosidad, preparado con polímeros, aditivos corrientes y cloruro de potasio, sin agregarle hidrocarburos. A este fluido se le mezclaron 711.364 kilos (0,22 kilos/litro) de arena de tamaño de

tamiz 20-40. La inyección se efectuó sin contratiempos y se logró irradiar largos canales de flujo que permitieron al intervalo producir gas en cantidades comerciales. (Figura 2.5).

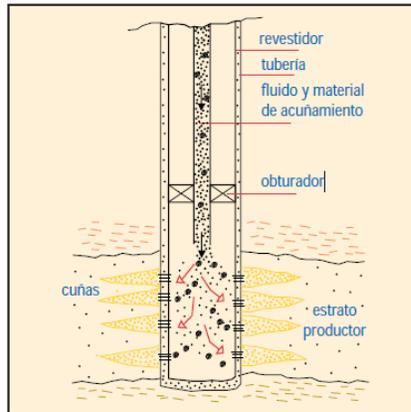


Fig.2.5 Fracturamiento del estrato e inyección de material sólido para lograr mejor productividad del pozo.

2.2.3.2 Acidificación

La acidificación de estratos petrolíferos constituye una de las aplicaciones más viejas empleadas por la industria petrolera en la estimulación de pozos. Empezó a utilizarse desde 1895. Como las rocas petrolíferas pueden contener carbonato de calcio (CaCO_3 , caliza), el ácido clorhídrico (HCl) en solución de 15 %, ha sido un buen disolvente que ayuda a abrir canales de flujo en el estrato productor.

La reacción química se realiza según la siguiente fórmula:



Después de la reacción se obtiene cloruro de calcio, agua y dióxido de carbono, como resultado de la descomposición del carbonato de calcio por el ácido.

La cantidad de ácido requerida está en función del volumen de roca que se propone tratar. Para apreciar ese volumen se recurre a ensayos de laboratorio, utilizando ripio y/o núcleos del estrato, como también otros datos petrofísicos y experiencias de acidificaciones anteriores en el área o sitio de operaciones.

Durante los años, el diseño y realización de tareas de acidificación de pozos petrolíferos han evolucionado en todos los aspectos.

Los análisis básicos de laboratorio son más extensos y fundamentales para determinar las características físicas y químicas de las rocas y sus reacciones a los diferentes tipos de ácidos aplicables como: puros, concentrados, diluidos o gelatinosos. Factores como la viscosidad, densidad, temperatura, presión, penetración y celeridad o amortiguación de la reacción son evaluados con miras a obtener el mejor resultado posible. Como los ácidos clorhídricos y fórmicos son corrosivos, se dispone de inhibidores y otros aditivos que permiten aminorar su corrosividad en el equipo de acidificación y las tuberías del pozo mismo. **(Figura 2.6).**

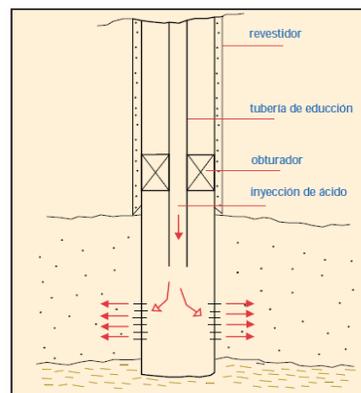


Fig. 2.6. Disposición de los elementos requeridos para estimular el pozo mediante la inyección de ácido.

2.2.3.3 Limpieza de pozos

Desde el comienzo de la etapa de producción hasta la fecha en que cesa de ser productor comercial, cada pozo requiere de limpieza y reacondicionamientos, según los síntomas y dificultades mecánicas que presentan sus instalaciones hoyo abajo y/o el mismo estrato productor. Los programas de limpieza y reacondicionamiento de pozos en los campos petroleros son partes importantes del esfuerzo de cada día para mantener la producción de hidrocarburos a los niveles deseados. Además, estos programas, de por sí y conjuntamente con todas las otras actividades de apoyo que requieren, representan un alto porcentaje del presupuesto de operaciones, especialmente si los pozos producen mayoritariamente por bombeo mecánico y los yacimientos tienen años produciendo. **(Figura 2.7).**

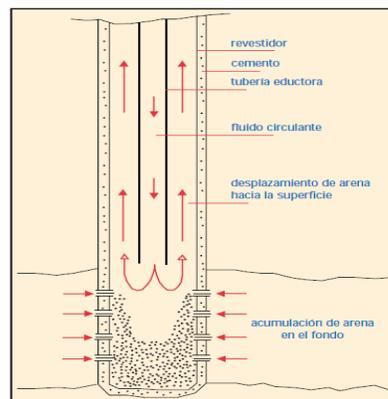


Fig. 2.7. Bombeo de fluido para limpiar un pozo arenado.

2.2.3.4 Arenamiento

A medida que el yacimiento descarga petróleo hacia el pozo, con el tiempo se va acumulando arena y sedimento en el fondo del pozo. Esta acumulación puede ser de tal magnitud y altura que puede disminuir drásticamente o impedir completamente la producción del pozo. Los casos de arenamiento son más graves y más frecuentes cuando los estratos son deleznable.

Cuando se dan estratos de este tipo, la terminación del pozo se hace de manera que, desde el inicio de la producción, el flujo de arena y sedimentos sea lo más leve por el más largo tiempo posible. Para lograr esto, el tramo de la sarta de revestimiento y de producción que cubre el estrato productor es de tubos ranurados especialmente. Las ranuras, cortadas de afuera hacia adentro y de apariencia cuneiforme, tienen una abertura lo suficiente estrecha, según análisis granulométrico de la arena, para retener la arena y lograr que el apilamiento de los granos sea compacto y estable y, por ende, no fluyan junto con el petróleo hacia el pozo. (**Figura 2.8**).

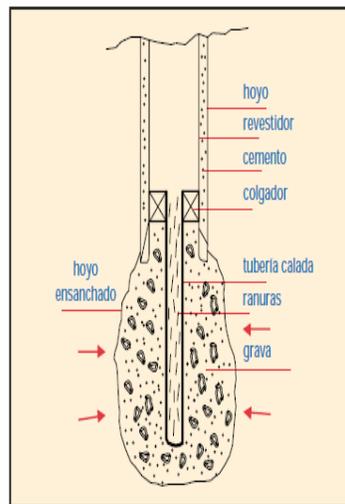


Fig. 2.8. Terminación por empaque de grava.

Además del método anterior, existen otras modalidades para contener el flujo de arena. Hay tuberías ranuradas y preempacadas, o sea que la tubería ranurada interna viene cubierta por otras tuberías internas y el espacio anular entre estas dos tuberías está relleno de arena o material granular, lo que en sí forma un filtro y retenedor prefabricado. Otra es, a semejanza de la anterior, que el empaque con grava especialmente seleccionada se hace en sitio.

Para eso, la sarta de revestimiento y de producción se hinca y cementa por encima del estrato productor. Luego se hace el ensanche del hoyo frente al estrato

productor. Para revestir el hoyo ensanchado se utilizará una tubería calada (ranurada), la cual al final quedará colgada del revestidor cementado por encima del estrato productor. Antes de colgar la tubería calada, se bombea la cantidad determinada de grava para rellenar el espacio entre el estrato productor y la tubería calada. Hecho esto, se cuelga la tubería calada y se continúa con las otras faenas para poner el pozo en producción.

El arenamiento de los pozos es de ocurrencia muy común. Y para mantener los pozos en producción plena se recurre a desarenarlos y limpiarlos utilizando fluidos debidamente acondicionados que se bombean progresivamente hasta el fondo para extraer la arena y sedimentos hasta la superficie por circulación continua.

Algunas veces no es suficiente la circulación de fluidos y hay que utilizar achicadores o bombas desarenadoras en el fondo del pozo para poder hacer la limpieza. Además de disminuir la capacidad productiva del pozo, la presencia de arena en el pozo es dañina porque a medida que fluye con el petróleo causa cacaraño, corrosión o abrasión de las instalaciones en el pozo y en la superficie.

En el caso de pozos de flujo natural, la velocidad del flujo hace que la arena y sedimentos acentúen su poder de desgaste sobre las instalaciones. En los pozos de bombeo mecánico, a veces, es muy serio el daño que la arena causa a la bomba y sus partes, principalmente a las varillas de succión, al vástago pulido y a la sarta eductora. **(Figura 2.9).**

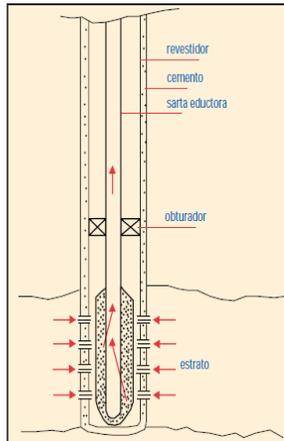


Fig. 2.9. Tuberías caladas concéntricas preempacadas.

2.2.3.5 Acumulación de parafina

Cuando se habla de la densidad de los petróleos se dice, en sentido general, que son extrapesados, pesados, medianos, livianos o condensados. Cuando se habla de su composición, se dice que son de base parafínica, asfáltica o mixta. Ambas clasificaciones se emplean para apuntar las características físicas de los crudos: densidad o gravedad API, viscosidad o fluidez, hasta el color y posibles contenidos de sal, azufre y metales, su flujo en el yacimiento, expectativas de extracción y modalidades de la producción primaria y subsecuentes aplicaciones de métodos de extracción vigorizada. Los crudos parafínicos tienen algo de asfalto y viceversa, de allí la catalogación de base mixta.

La temperatura es factor importante que afecta el comportamiento de la viscosidad del crudo, desde el yacimiento hasta la superficie. A medida que el crudo fluye del yacimiento al pozo y hasta la superficie, la disminución de la temperatura hace al crudo más viscoso, especialmente si el crudo es pesado o extrapesado, los cuales generalmente son de tipo asfáltico o nafténico. La disminución de temperatura o enfriamiento causa el desprendimiento de partículas de parafina.

Esta cera o parafina que no arrastra el flujo tiende a obstruir los canales de flujo en la periferia del estrato productor alrededor de la pared del hoyo, reduciendo así la productividad del pozo. De igual manera, el flujo hacia la superficie va depositando parafina en la pared de la tubería, con la consiguiente reducción del diámetro interno y, por ende, merma en el volumen de producción.

La parafina y residuos que se desprenden del crudo y que lentamente se van depositando en los canales de flujo del pozo tienen que ser removidos por medios mecánicos, químicos o térmicos. Por ejemplo, se utilizan:

Raspadores, succionadores, cortadores, tirabuzones o escariadores, que se introducen en la tubería de educción o en el revestidor para efectuar la limpieza mecánicamente.

Se recurre a la utilización de solventes como petróleo caliente, querosén, gasóleo o gasolina o sustancias químicas que produzcan generación de calor para ablandar y desplazarlas por medio de circulación continua. **(Figura 2.10).**

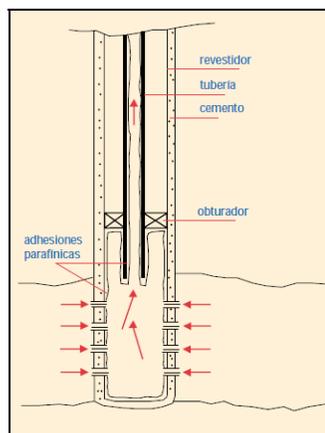


Fig. 2.10. Adhesiones de parafina que obstruyen la producción del pozo y merman su potencial.

- Cuando las adhesiones son muy rebeldes en la pared del hoyo del estrato productor y en la misma periferia del pozo, entonces se recurre a escariar o ensanchar el hoyo en el estrato productor.
- Muchas veces se utiliza vapor o agua caliente, o se inyecta aire comprimido caliente o gas.

Como podrá apreciarse, la necesidad de mantener los pozos en buen estado para que produzcan diariamente su cuota de hidrocarburos, es tarea diaria que ocupa a cierto número de personal de producción.

2.2.3.6 Cementación forzada

Durante la perforación o en las tareas de terminación de los pozos, y posteriormente durante el transcurso de la vida productiva de los mismos, en trabajos de reparaciones y/o reacondicionamiento, se emplea con mucha frecuencia la cementación forzada. Este método de cementación consiste en forzar la mezcla de cemento a alta presión hacia la(s) formación(es) para corregir ciertas anomalías en puntos determinados a través de orificios que por cañoneo (perforación a bala o a chorro) son abiertos en los revestidores. El cemento se inyecta en casos como: la falta de cemento en cierto tramo de la tubería; el aislamiento de un intervalo gasífero y/o acuífero de una zona productiva, con miras a eliminar la producción de gas y/o agua; corrección de fugas de fluidos a través del revestidor, debido a desperfectos; abandono de zonas productivas agotadas. (**Figura 2.11**).

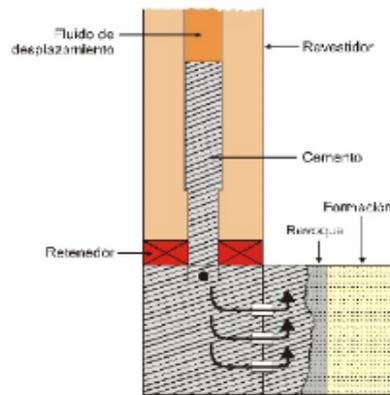


Fig. 2.11. Cementación forzada. (squeeze).

2.2.3.7 Operaciones de pesca

En la perforación siempre está presente la posibilidad de que fortuitamente se queden en el hoyo componentes de la sarta de perforación u otras herramientas o elementos utilizados en las diferentes tareas de obtención de datos, pruebas o terminaciones del pozo, ocasionando lo que generalmente se le llama tarea de pesca, o sea rescatar o sacar del hoyo esa pieza que perturba la continuidad de las operaciones. Por tanto, en previsión para actuar en consecuencia, siempre hay en el taladro un mínimo de herramientas de pesca de uso muy común, que por experiencia son aconsejables tener: como cesta, ganchos, enchufes, percusor, roscadores y bloques de plomo para hacer impresiones que facilitan averiguar la condición del extremo de un tubo.

La serie de herramientas de pesca es bastante extensa y sería imposible y costoso tenerla toda en cada taladro. Sin embargo, en los centros de mucha actividad de perforación, en los almacenes de materiales de las empresas operadoras y de servicios de perforación se tienen herramientas para cubrir el mayor número de casos específicos. Generalmente la tarea de pesca es sencilla pero otras veces se puede

tornar tan difícil de solucionar que termina en la opción de desviar el hoyo. En tareas de pesca cuenta mucho diagnosticar la situación, disponer de las herramientas adecuadas y la paciencia y experiencia de todo el personal de perforación. En ocasiones, la tarea puede representar un difícil reto al ingenio mecánico del personal, pero hay verdaderos expertos en la materia, tanto en ideas como en la selección y aplicación de las herramientas requeridas. **(Figura 2.12).**

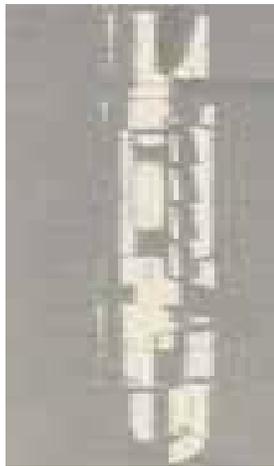


Fig. 2.12. Herramienta de pesca para extraer tuberías del hoyo.

2.2.3.8 Cañoneo

Es el proceso mediante el cual se establecen túneles de comunicación, túneles, entre el pozo y una formación, que previamente había sido aislada con cemento y revestidor. Se cañonea para tener la arena de interés disponible a producción o inyección.

Los túneles se crean mediante disparos de unas cargas explosivas, diseñadas para atravesar el acero, el cemento y la misma formación. Las cargas al explotar generan altas temperaturas y presiones que pueden alcanzar más de 25.000 lpc. Esto genera zona triturada y de mayor densidad, alrededor del túnel y ripios finos y restos

de metal dentro del mismo túnel. Generando de esta manera una zona dañada, con una permeabilidad reducida.

Las técnicas de cañoneo sub balanceado son precisamente para limpiar el túnel y eliminar esta zona dañada alrededor. (**Figura. 2.13**).

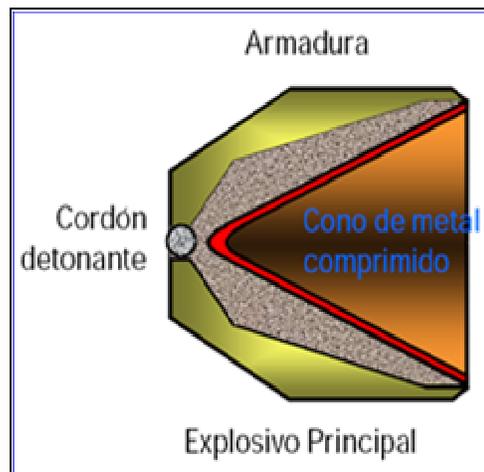


Fig.2.13. Carga jet pre – formadas.

2.2.3.9 Completación del pozo

Se define como fecha de terminación del pozo aquella en que las pruebas y evaluaciones finales de producción, de los estratos e intervalos seleccionados son consideradas satisfactorias y el pozo ha sido provisto de los aditamentos definitivos requeridos y, por ende, se ordena el desmantelamiento y salida del taladro del sitio.

2.2.3.9.1 Tipos de completación

Existen varios tipos de terminación de pozos. Cada tipo es elegido para responder a condiciones mecánicas y geológicas impuestas por la naturaleza del yacimiento. Sin embargo, siempre debe tenerse presente que la terminación mientras

menos aparatosa mejor, ya que durante la vida productiva del pozo, sin duda, se requerirá volver al hoyo para trabajos de limpieza o reacondicionamientos menores o mayores. Además, es muy importante el aspecto económico de la terminación elegida por los costos de trabajos posteriores para conservar el pozo en producción. [8]

La elección de la terminación debe ajustarse al tipo y a la mecánica del flujo, del yacimiento al pozo y del fondo del pozo a la superficie, como también al tipo de crudo. Si el yacimiento tiene suficiente presión para expeler el petróleo hasta la superficie, al pozo se le cataloga como de flujo natural, pero si la presión es solamente suficiente para que el petróleo llegue nada más que hasta cierto nivel en el pozo, entonces se hará producir por medio del bombeo mecánico o hidráulico o por levantamiento artificial a gas.

Además de las varias opciones para terminar el pozo vertical (**Figuras 2.14**), ahora existen las modalidades de terminación para pozos desviados normalmente, los desviados de largo alcance, los inclinados y los que penetran el yacimiento en sentido horizontal.

Completación Vertical Sencilla

La terminación sencilla contempla, generalmente, la selección de un solo horizonte productor para que descargue el petróleo hacia el pozo. Sin embargo, existen varias modalidades de terminación sencilla. La terminación sencilla clásica, con el revestidor cementado hasta la profundidad total del hoyo, consiste en que el revestidor sea cañoneado a bala o por proyectil a chorro, para abrir tantos orificios (perforaciones) de determinado diámetro por metro lineal hélico para establecer el flujo del yacimiento hacia el pozo.

El diámetro del cañón, que puede ser de 83 a 121 milímetros y diámetros intermedios, se escoge de acuerdo al diámetro del revestidor, que generalmente puede ser de 127 a 178 milímetros y diámetros intermedios convencionales. El diámetro del proyectil comúnmente es de 6 a 19 milímetros, con incrementos convencionales para diámetros intermedios deseados que pueden ser de 9,5; 12,7 y 15,9 milímetros.

Como el fluido de perforación es generalmente utilizado para controlar la presión de las formaciones, se decidirá si será utilizado durante el cañoneo en su estado actual o si se opta por dosificarlo con aditivos específicos o cambiarlo totalmente por un fluido especial.

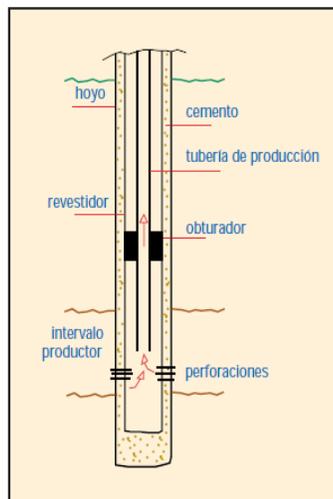


Fig. 2.14. Completación sencilla, pozo vertical.

Pues, durante el cañoneo y las tareas subsecuentes, el pozo debe estar controlado por el fluido. Por tanto, esta etapa de terminación puede tornarse crítica.

Luego de cañoneado el intervalo o los intervalos seleccionados, se procede a extraer el cañón del pozo para comenzar después a meter la tubería de producción, llamada también de educción. Para el caso básico de terminación sencilla, la tubería

de producción lleva en su parte inferior una empacadura adecuada que se hinca contra la pared del revestidor.

La parte superior de la sarta se cuelga del cabezal del pozo y del cabezal sale la tubería de flujo que lleva el petróleo hasta el múltiple de la instalación de separadores donde se separa el gas, el petróleo y el agua. De aquí en adelante, en la estación de flujo y almacenamiento, se procede al manejo de estos tres fluidos de acuerdo a sus características.

En el cabezal del pozo se instalan dispositivos, tales como un manómetro para verificar la presión del flujo del pozo, un estrangulador (fijo o graduable) para regular el flujo del pozo y las válvulas para cerrar el pozo y tener acceso al espacio anular en caso necesario.

Otra versión de terminación sencilla, permite que selectivamente pueda ponerse en producción determinado intervalo (**figura 2.15**). Para esto se requiere adaptar a la sarta de producción las empacaduras de obturación requeridas y las válvulas especiales en frente de cada intervalo para permitir que el petróleo fluya del intervalo deseado y los otros dos estratos se mantengan sin producir.

Por las características petrofísicas de la roca, especialmente en el caso de caliza o dolomita, la terminación sencilla puede hacerse a hoyo desnudo (**Figura 2.16**), o sea que el revestidor se cementa más arriba del intervalo productor. Luego se puede estimular o fracturar el intervalo productor.

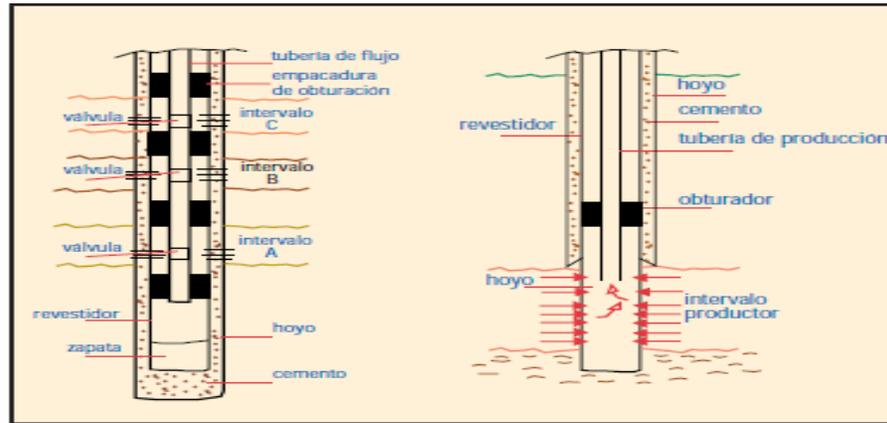


Fig. 2.15. Terminación sencilla de opción múltiple selectiva.

Fig. 2.16. Terminación sencilla en hoyo desnudo.

Algunas veces se puede optar por revestir el intervalo productor utilizando un revestidor corto, tubería calada (**Figura 2.17**), que cuelga del revestidor de producción. Otra opción de terminación para contener arenas muy deleznales, que se emplea mucho en pozos que producen a bombeo mecánico, es la de empaquetar el intervalo productor con grava de diámetro escogido (**Figura 2.18**), de manera que los granos sueltos de arena, impulsados por el flujo, al escurrirse por la grava se traben, formando así un apilamiento firme y estable que evita que la arena fluya hacia el pozo.

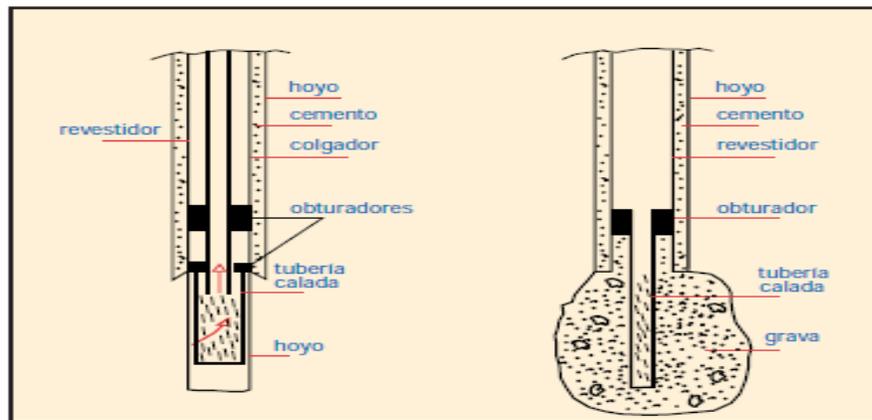


Fig. 2.17. Terminación sencilla con tubería calada.

Fig. 2.18. Terminación sencilla y empaque con grava.

El empaque puede lograrse colgando una tubería calada especial, previamente empacada o con una tubería calada por medio de la cual, antes de colgarla, se rellena el espacio anular con la grava escogida.

Completación Vertical Doble

Cuando es necesario producir independientemente dos yacimientos por un mismo pozo, se recurre a la terminación doble (**Figura 2.19**). Generalmente, el yacimiento superior produce por el espacio anular creado por el revestidor y la tubería de educción y el inferior por la tubería de educción, cuya empacadura de obturación se hinca entre los dos intervalos productores.

Algunas veces se requiere que el intervalo productor inferior fluya por el espacio anular y el superior por la tubería de educción única que desea instalarse (**Figura 2.20**). En este caso se puede elegir una instalación que por debajo del obturador superior tenga una derivación a semejanza de una Y, que permite invertir la descarga del flujo.

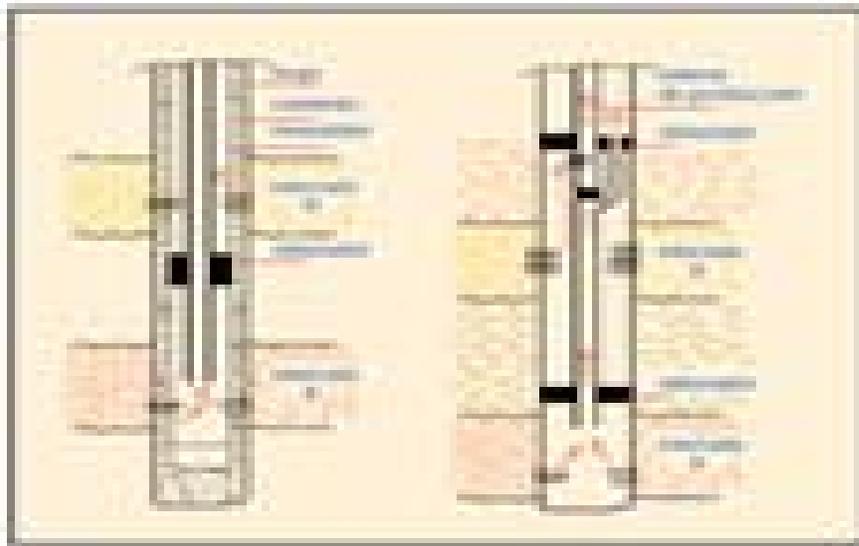


Fig.2.19. Terminación vertical doble básica. **Fig. 2.20. Terminación vertical doble invertida.**

Otras veces se puede optar por instalar dos tuberías de educación para que los fluidos de cada intervalo fluyan por una tubería sin tener que utilizar el espacio anular para uno u otro intervalo (**Figura 2.21**).

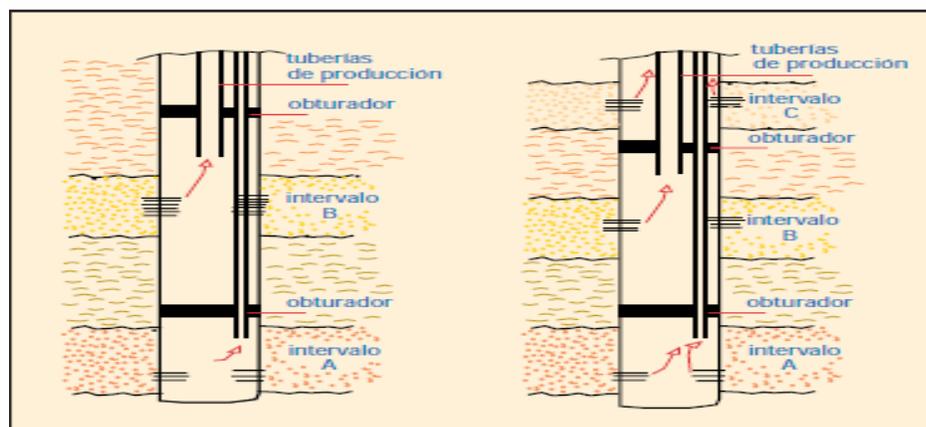


Fig. 2.21. Terminación vertical doble con dos tuberías.

Fig. 2.22. Terminación vertical triple.

Completación Vertical Triple

Cuando se requiere la producción vertical independiente de tres estratos se opta por la terminación triple (**Figura 2.22**). La selección del ensamblaje de las tuberías de educción depende, naturalmente, de las condiciones de flujo natural de cada yacimiento. Generalmente puede decidirse por la inserción de dos sartas para dos estratos y el tercero se hará fluir por el espacio anular. Otra opción es la de meter tres sartas de educción (**Figura 2.23**).

Otras modalidades de terminación

Las terminaciones mencionadas anteriormente corresponden todas a las de pozo por flujo natural. Para pozos que desde el mismo comienzo de su vida productiva no puedan fluir por flujo natural, se recurre entonces a la terminación por bombeo mecánico, bombeo hidráulico, levantamiento artificial por gas o bombeo mecánico asociado con inyección de vapor, según las características del yacimiento e intervalos seleccionados para producir.

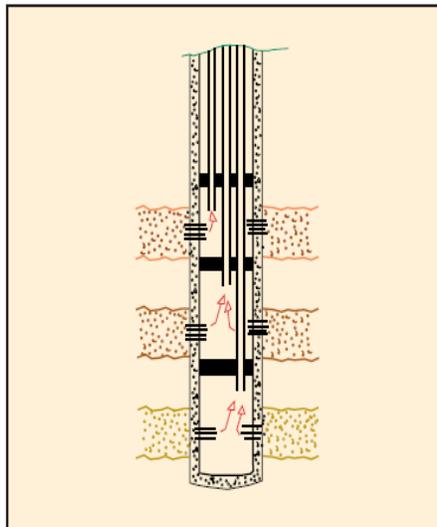


Fig. 2.23. Terminación vertical triple con tres. tuberías.

2.2.4 Descripción del equipo sai-206.

2.2.4.1 Taladro Tipo Workover 550 HP.

El equipo de Rehabilitación propiamente dicho consiste en un sistema mecánico o electromecánico, compuesto por una torre, de unos cientos diez pies de altura, que soporta un aparejo diferencial: Juntos conforman un instrumento que permite movimiento de tuberías con sus respectivas herramientas, que es accionado por una transmisión energizada por motores a explosión o eléctricos.

Paralelamente el equipo cuenta con elementos auxiliares, tales como tuberías, bombas, tanques, un sistema de seguridad que consiste en válvulas de cierre de pozo para su control u operaciones de rutina, generadores eléctricos de distintas capacidad según el tipo de equipo, entre otros. Si a esto se agregan las cabillas de distinto diseño para alojamiento de elementos que convierten a los servicios de reparación de pozos en una actividad y comunidad casi autosuficientes. **(Figura. 2.24).**



Fig 2.24: Cabria. sai-206 –

2.2.5 Componentes del taladro.

2.2.5.1 Sistema de levantamiento.

Está representado por la estructura de la torre, el cual sirve de soporte al sistema de levantamiento en los trabajos de rehabilitación a pozos. [9]

Componente Principal:

- **Estructura de Soporte:** Es la armadura de acero ensamblada que se levanta sobre el sitio de trabajo del pozo y soporta el peso de los equipos y consta de lo siguiente:
 - **Torre o Cabria:** Proporciona el soporte a la corona y al bloque viajero, los que a su vez sostienen, suben y bajan la sarta de cabillas y tuberías.
 - **Subestructura:** Es la armadura grande de acero que sirve a la torre y a los componentes del equipo. Igualmente proporciona un espacio bajo el piso de la torre para instalar el ensamblaje de las válvulas impiderreventones. Está diseñada para soportar enormes pesos, incluyendo la torre o mástil, el equipo de levantamiento y las cargas de las tuberías.
 - **Corona:** Es la parte de la torre, a través de la cual se le transmite el peso al equipo. Allí se ubica una serie de poleas que forman el bloque corona o fijo, que sostiene y da movilidad al bloque viajero.
 - **Encuelladero:** Es una plataforma de trabajo localizada a un lado de la torre de encima del piso del piso del taladro. Se utiliza para acomodar las parejas de tuberías y barras durante las actividades de sacada y metida de tuberías del hoyo (viaje).
 - **Plataforma o Piso del Taladro:** Es una cobertura colocada sobre el tope de la subestructura y debajo de la torre, donde se realizan la mayor carga de las operaciones de servicio (viaje de Tubería, conexiones, etc.).

- **Rampa de tubería:** Está ubicada en el frente de la torre o mástil donde se colocan las tuberías para luego levantarlas o bajarlas del piso del taladro.
- **Sótano:** Es un hoyo cuadrado localizado en la tierra debajo del piso del taladro, el cual provee altura adicional entre la plataforma y el cabezal de revestimiento para acomodar las válvulas impiderreventones.
- **Equipos de Levantamiento:** Son equipos especializados que se utilizan para levantar, bajar y suspender los equipos (tuberías de perforación, barras, mechas, tuberías de revestimiento, cabillas). Entre los equipos de levantamiento se tiene:
 - **Malacate:** es un potente ensamblaje de levantamiento, usualmente localizado en el piso del taladro. Está formado por un tambor grande enrollado, frenos manuales, hidráulicos o eléctricos, una serie de ejes, cadenas y engranajes de transmisión y un juego de carretes pequeños conocido como “Carreto”.
 - Sus funciones son:
 - Transmitir potencia de los motores al equipo a través del cable de levantamiento, durante las operaciones de sacar y meter tuberías y cabillas.
 - Transmitir potencia para hacer girar la mesa rotaria, para los carretes auxiliares y para enroscar y desenroscar tuberías, barras y revestimiento.

- **Sistema de Frenos:** Está ubicado por freno mecánico principal y auxiliar que puede ser hidráulico o eléctrico, usado para mover lentamente o para detener el cable. También posee un freno de seguridad del bloque viajero llamado “Crown” o “matic”.
- **Ensamblaje del Carreto:** Subcomponentes del malacate consistente de dos carretes usados para conectar y desconectar tuberías y para levantar herramientas livianas con una guaya.
- **Sistema de Transmisión:** Transmite la potencia o energía del malacate a la mesa rotaria en la mayoría de los taladros de perforación.
- **Bloque Corona:** Ensamblaje de poleas situados en el tope de la torre donde se pasa en cable de perforación en forma a alternada, arriba en el mismo y abajo en el bloque viajero, para que el sistema de levantamiento sea operacional.
- **Bloque Viajero:** Arreglo de poleas por donde pasa el cable. El mecanismo permite que el bloque suba y baje suspendido del bloque corona, para manejar la sarta durante las operaciones de servicio.
- **Gancho:** Herramienta utilizada del bloque viajero al que va unido y del cual va suspendida la sarta de tuberías durante las operaciones. Además, sostiene el elevador durante el ascenso y descenso de la sarta. Están diseñados según su peso máximo que pueden levantar. El rango de diseño varía de 50 y más de 600 toneladas. Esta provisto de un resorte interno de ayuda a adsorber el choque y el golpe del pasador al salir de la caja se desconecta.

- **Elevadores:** son abrazaderas extremadamente resistentes con unas grapas muy fuertes que agarra la sarta de tubería en secciones que permitan meterla y sacarla dentro del hoyo. Están suspendidas por brazos al gancho.

- **Cuñas:** conjunto de piezas flexibles cuyas superficies interiores son curvas y dentadas. Durante el viaje de las tuberías, las mismas se sostienen alternativamente por el bloque viajero y las cuñas. Las más usadas son las manuales, las cuales son metidas y sacadas por obreros denominados “cuñeros”.

- **Llave de Potencia:** Permite desenroscar la tubería de perforación en el momento de hacer un viaje, ejerciendo fuerza sobre la tubería (torque). Igualmente, al meter la sarta de tubería se invierte el proceso y se procede a desenroscar las uniones. Para apretar bien la conexión se utiliza la llave de potencia.

2.2.5.2 Sistema de circulación

Es otro de los componentes principales de un taladro. Su principal función es servir de soporte al sistema en la rehabilitación de un pozo, proveyendo los equipos, materiales y áreas de trabajo necesario para realizar el servicio.

El sistema está constituido por las siguientes partes:

- ✓ **Tanques:** Son los componentes que almacenan, reacondicionan y permiten la succión del fluido.

- ✓ **Bombas:** Son los dispositivos que transmiten energía al fluido.

- ✓ **Conexiones Superficiales:** Permiten conectar la bomba en la sarta de tubería. Están conectadas por el tubo vertical, manguera de inyección, unión giratoria, y el cuadrante.

2.2.5.3 Sistema de potencia

Su función principal es generar la energía requerida en el sitio y la transmite a los diferentes componentes del taladro que necesitan energía para realizar sus respectivas funciones. El sistema de potencia está constituido por los equipos que se describen a continuación:

- **Fuente Primaria de Potencia:** es la fuente de energía para el taladro consta de:
 - Equipos superiores de energía.
 - Unidad de motores.
 - Motores de combustión interna.
 - Motores diesel de compresión.

- **Transmisión de Potencia:** Es la transmisión de potencia a los principales sistemas. Se realiza a través de:
 - Transmisión de potencia mecánica.
 - Transmisión de potencia eléctrica.

2.2.5.4 Sistema de seguridad.

Este sistema constituye uno de los componentes principales de un taladro y está formada por el conjunto de dispositivos de seguridad, cuya función principal es controlar mecánicamente una arremetida y evitar que estas se conviertan en un reventón.

El sistema de seguridad está constituido por los equipos que se describen a continuación:

- **Impidierreventon Esférico:** Se coloca en la parte superior del conjunto normalmente es el primero en ser activado para cerrar el pozo. Presenta un elemento de empaque de goma elástica reforzada que se pliega radialmente para formar un sello alrededor de la sarta de tubería que se encuentre frente él, no importa cuál sea el diámetro o forma de la tubería.
- **Impidierreventon de Arietes:** A diferencia del esférico, sella únicamente alrededor de una tubería de cierto diámetro que concuerda con el ariete instalado.

Tipos de arietes:

- Arietes de tubería para cerrar el pozo cuando la tubería está frente al ariete.
- Ariete ciego para cerrar el pozo cuando no hay tubería en el pozo.
- Ariete cizallante para cortar la tubería y cerrar el pozo.
- **Carreto:** Se utiliza como un espaciador entre los impidierreventones. Esta provisto de entradas laterales donde se conectan la línea que va al distribuidor de flujo usado para controlar la arremetida y la línea de “matar” por donde se bombea fluido pesado al pozo.
- **Cabezal de Revestimiento:** Es un accesorio que se coloca en el tope del revestimiento y sobre el cual se conecta el conjunto de válvulas de seguridad.

- **Unidad Acumuladora:** Es el centro de control hidráulico y fuente de energía para operar el sistema de impedirreventones y las válvulas de control hidráulico. Para cumplir estas funciones, la unidad debe ser diseñada con suficiente capacidad para asegurar el funcionamiento de los impedirreventones durante el tiempo requerido y en las condiciones que pueda presentar el pozo.

- **Línea para control del pozo:** es una línea que va desde la bomba de lodo al conjunto de válvulas de seguridad, conectándose a estas últimas en el lado opuesto a la línea de estrangulación. A través de esta línea se bombea fluido pesado hasta que la presión de haya restaurado. Se utiliza en la aplicación de algunos métodos especiales de control de pozo.

- **Tanque de viaje:** Son tanques pequeños calibrados que se utilizan normalmente para mantener el hoyo lleno de fluido durante los viajes y remplazar el volumen ocupado por la sarta de tubería que se saca del hoyo. Puede ser de tipo gravedad o bomba. Ambos deben ser equipados y alimentados para fácil limpieza y descarga de fluidos.

2.2.6 Especificaciones técnicas del taladro.

En funcionamiento de un equipo depende de sus características, componentes tanto mecánicos como eléctricos, tipo de trabajo que se puede realizar, la efectividad, eficiencia y rentabilidad que este genera a quien lo opera o gerencia en una empresa.

A continuación se presenta la **Tabla 2.1** en donde se muestran características y especificaciones técnicas del taladro tipo Workover. Dicha tabla muestra de una forma clara y objetiva el tipo de trabajo que se puede realizar con este equipo.

Tabla 2.1: Especificaciones técnicas del taladro.

<p>Malacate COOPER LTO 550 DD. 550 HP de potencia. Tambor ranurado para guaya de perforación de 1" Y y guaya de suabeo de 9/16". Freno hidromático PARMAC 22".</p> <p>Cabria COOPER 110-250k. 110' de altura. 250.000 lbs de capacidad en 8 líneas</p> <p>Subestructura 12' de altura. Con 10' de altura libre para la viga rotaria. Capacidad de 350.000 lbs.</p> <p>Unidad de Mesa Rotaria Ideco 17 1/2". 400000 lbs de capacidad.</p> <p>Fuente de Poder 1 motor Caterpillar 3408 450 HP con una transmisión Allison CLBT 5860-2 2 Generadores F.G. Wilson Emerson 72 kw con motor Perkins</p>	<p>Bombas de Lodo 1 Gardner Denver PAH200 310 HP energizada por un motor Caterpillar 3406</p> <p>Tanques Tanque activo 250 bbls con tanque ensayo de 30 bbls Tanque de bomba de lodo 100 bbls Tanque quemador de 500 bbls. Tanque de combustible de 14000 lts Tanque de agua potable de 16469 lts</p> <p>Preventores 1 BOP doble Shaffer 7 1/16"-5000 PSI 1 BOP doble Shaffer 11"-5000 PSI</p> <p>Unidad acumuladora de presión MASSCO con 5 botellas de 11 galones</p> <p>Otros Equipos Bloque Viajero McKissick 150 ton Gancho Web Wilson: 150 ton Junta Giratoria Ideco 120 ton Llave hidráulica Foster 56000</p>
--	---

2.2.7 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de representación gráfica que identifica los problemas más importantes, en función de su frecuencia de ocurrencia o coste (dinero, tiempo), y permite establecer las prioridades de intervención. En definitiva, es un tipo de distribución de frecuencias que se basa en el principio de

Pareto, a menudo denominado regla 80/20, el cual indica que el 80% de los problemas son originados por un 20% de las causas.

Este principio ayuda a separar los errores críticos, que normalmente suelen ser pocos, de los muchos no críticos o triviales. Los diagramas de Pareto permiten identificar los problemas mayores y generar nuevos diagramas de Pareto individuales para ellos. Si se emprenden acciones correctoras debemos dibujar los diagramas de Pareto antes y después con objeto de comprobar los resultados alcanzados.

Por otro lado, siempre resulta muy útil realizar el análisis observando el costo de los defectos en términos monetarios, sobre todo si se pretenden reducir los costos de la no calidad. Para ello, construimos el diagrama de Pareto en términos de pérdidas económicas que suponen cada uno de los defectos. Esta forma de proceder nos permite conocer si la identificación y eliminación de los problemas o defectos nos permite alcanzar enormes beneficios o al menos, no incurrir en grandes pérdidas. En ocasiones, una calidad pequeña de defectos provoca grandes pérdidas mientras que, por el contrario, una gran cantidad de defectos pueden provocar pérdidas bastantes reducidas.

La utilización de esta herramienta presenta las siguientes ventajas:

- Permite observar los resultados de las acciones de mejora implantadas al comparar dos diagramas del mismo fenómeno en momentos distintos de tiempo.
- Es una herramienta polivalente y fácilmente aplicable, no sólo en el control de la calidad sino en cualquier ámbito.

- Utilizando en presentaciones y reuniones aumenta la eficacia y la rapidez de la comunicación ya que, permite identificar rápidamente y a simple vista el problema más grave.

La construcción del Diagrama de Pareto consta de las siguientes etapas:

1. Decidir cómo clasificar los datos: por tipo de defecto (forma muy usual de hacerlo), por máquina, por fase del proceso, por turno, etc.
2. Determinar el tiempo de recogida de los datos: en términos de horas, días, semanas o meses.
3. Obtener los datos y ordenarlos: en esta fase se debe preparar la hoja de recogida de datos.
4. Dibujar los ejes de coordenadas: se colocan en el eje vertical la escala de medida de las frecuencias o coste y en el eje horizontal las causas en orden decreciente de la unidad de medida.
5. Dibujar el diagrama: representación gráfica de los datos recogidos en la hoja.
6. Construir una línea de frecuencia acumulada.
7. El análisis de Pareto: el diagrama pone de relieve los problemas más importantes sobre los que será necesario actuar.

$$\% = \frac{\text{NÚMERO DE ERRORES}}{\text{TOTAL DE NÚMERO DE ERRORES}} \times 100$$

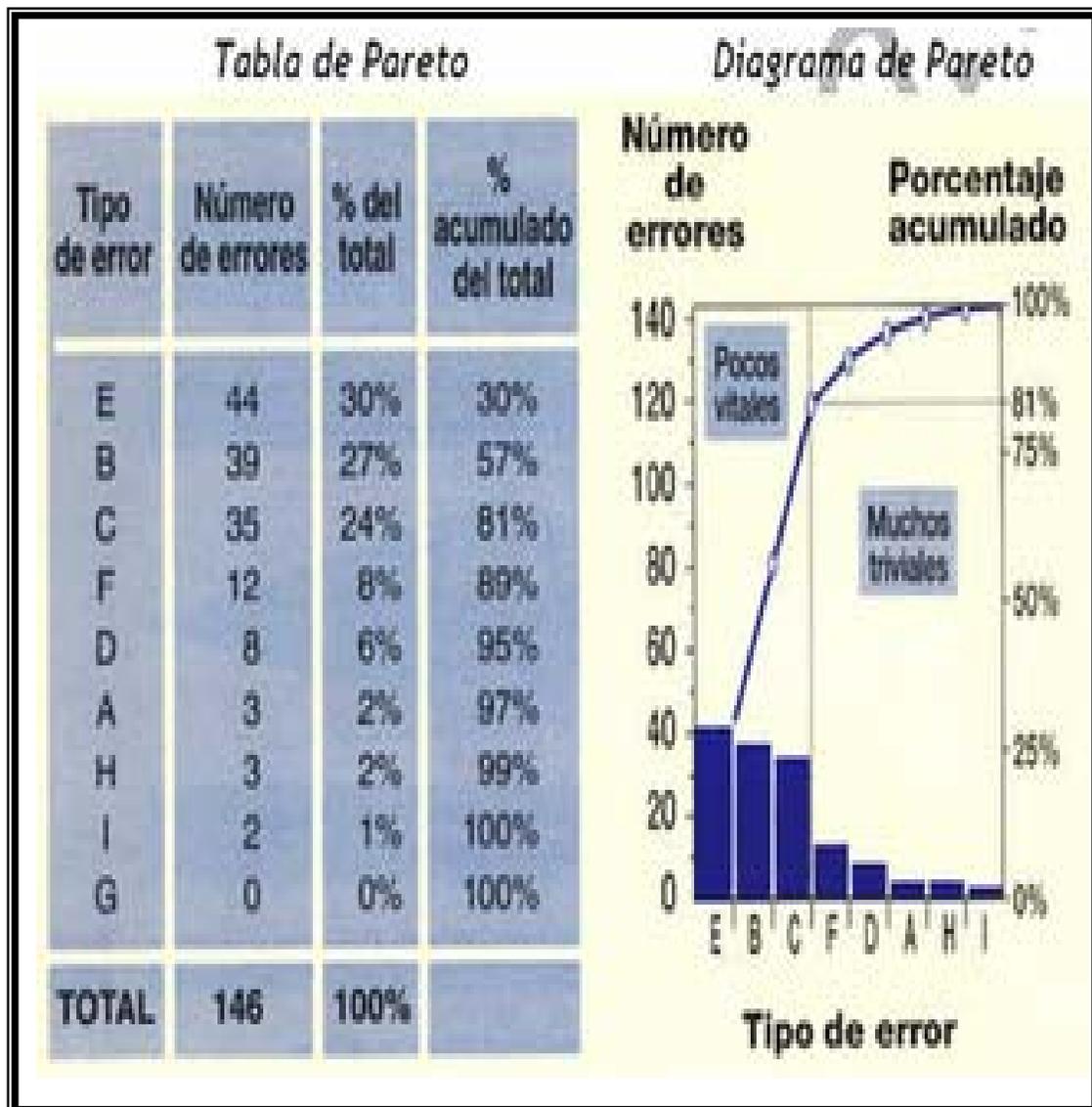


Fig: 2.25. Diagrama de Pareto

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Para alcanzar el objetivo general del proyecto, se estableció un procedimiento metodológico basado en el cumplimiento ordenado de los objetivos específicos propuestos para el trabajo. Esta metodología consistió en desarrollar en varias etapas, que se describen a continuación:

3.1 Revisión bibliográfica.

En esta primera etapa se procedió a la búsqueda de toda información relacionada con los objetivos del trabajo, fue necesario revisar todo el material bibliográfico requerido para la comprensión del tema en estudio. Todo este material incluye informes técnicos, material bibliográfico, folletos, tesis de grado, etc. De igual manera el asesoramiento por aquellas personas con experiencia en el área de trabajo el cual ha sido de mucha ayuda. Este material se encontró en la empresa Servicios San Antonio Internacional C.A, ubicado en San José de Guanipa, en la biblioteca de Departamento de Petróleo de la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui e información obtenida del internet.

3.1.1 Recopilación de información.

Se procedió a realizar inspecciones al proceso de vestida (armado) de un equipo de Reacondicionamiento y Recompletación de pozos petroleros y entrevistas al personal del Departamento de Operaciones de la empresa Servicios San Antonio Internacional, C.A. Del mismo modo, se recopilaron reportes operacionales,

diagramas, planos de los diferentes componentes del equipo de Reacondicionamiento y Recompletación, se estudió la matriz de clasificación de riesgos para el personal de campo (operaciones). Para el almacenamiento y organización, se seleccionaron toda información general de cada uno de los pozos rehabilitados por los equipos de la empresa San Antonio Internacional, C.A, el cual logró ocupar los siguientes puntos:

- El número de pozos rehabilitados en el Distrito Oriente, a partir del 2009 hasta Diciembre del 2010.
- Información general de los pozos rehabilitados (nombre, localidad, tipo de pozo, planificación general del pozo, taladro).
- Reportes de Operaciones (descripción completa de los eventos que ocurren en cada uno de los pozos).

3.1.2 Evaluación de los tiempos operacionales de un taladro.

Se ejecutaron visitas a la localización donde estaba ubicado el equipo de Reacondicionamiento y Recompletación de pozos, para analizar las diferentes actividades operacionales que se realizan con este equipo; a su vez, se organizaron los datos recopilados y se evaluaron las condiciones y los tiempos operacionales.

Las actividades operacionales más comunes realizadas en los trabajos de rehabilitación son: desvestir el taladro, mudanza del taladro, vestir el taladro, circular y controlar el pozo, vestir/ probar/ desvestir cabezal del pozo o válvula impide reventones (BOP), calibrar/armar/desarmar equipo de completación, sacar/meter equipo de completación, viaje de limpieza, corrida de registros de pozo, cementación forzada (abandono y/o aislamiento), limpieza y calibración interna de la tubería, estimulación química, asentar tapón de hierro (TDH), asentar retenedor de cemento,

operaciones de guaya fina, operaciones de pesca (recuperar empacadura, tubería, liner), pre-empaque con graba, empaque con graba, aislamiento temporal, abandono de zona, cambio de sistema de fluido, acondicionamiento de localización, reparación mecánica, esperando equipo de mudanza, esperando por personal del taladro, esperando por compañía de servicio, esperando por PDVSA, paro por lluvia, paro sindical, paro por comunidades, falla de herramienta de subsuelo/ revestidor / arenamiento, fuga de tubería, falla de cementación, falla de registro, pesca, operaciones adicionales.

3.1.3 Hoja de control #1 “reporte mensual de operaciones”

La **hoja de control # 1**, está diseñada para facilitarle al trabajador, identificar rápidamente información general de cada taladro, el tiempo, y eventos ocurridos que son responsabilidad de San Antonio Internacional, C.A como Empresa de Servicio o del cliente.

La **hoja de control # 1** consta de una serie de partes y estas a su vez están constituidas por los siguientes renglones:

- Nombre del taladro.
- Nombre del pozo.
- Fecha de inicio y finalización de las actividades de rehabilitación del pozo.
- Sección donde está disponible la información acerca del total horas productivas, total horas improductivas imputados a servicios San Antonio Internacional C.A, ya que antes su elaboración, fueron escudriñados minuciosamente los reportes diarios de Ra/Rc. Además de separar el total

horas productivas, total horas improductivas, mediante la “Descripción de las Operaciones” (ver **hoja de control # 2**), se estipularon las horas improductivas imputados a servicios San Antonio Internacional C.A, apartándolos de las horas improductivas ocasionados por otras empresas incluyendo las Operadoras, Empresas de Servicios y demás Contratistas.

- Descripción de actividades improductivas responsabilidad de San Antonio Internacional, C.A: Esta sección nos permite ubicar un resumen de cuáles fueron las actividades improductivas, horas, días y los porcentajes presentes en la rehabilitación del pozo en estudio. Cabe destacar que son las actividades improductivas imputadas a San Antonio Internacional, C.A, las que se reflejan en la **hoja de control # 1**. Para mayor especificación, se hacen referencia a los equipos imputados a San Antonio Internacional C.A; la cual nombra la herramienta, actividad o equipo que causan el Tiempo Improductivo.

A continuación se expone la **hoja de control # 1** “Reporte Mensual de Operaciones” de la Rehabilitación del pozo LG-435 realizado por el taladro SAI-126 como ejemplo:



SAN ANTONIO Internacional																																	
REPORTE MENSUAL DE OPERACIONES (00:00 - 24:00 Hrs.)																																	
SAI - 126																																	
KM DE MUDANZA																																	
POZO #	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	LG 435	ALCALDIA FREITES	
DATE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL MENSUAL	
Hrs Operativas 45	0,0	24,0	10,0	24,0	24,0	22,0	22,0	24,0	10,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	17,0	24,0	16,0	0,0	22,0	24,0	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0	19,0	19,0	0,0	0,0	0,0	420,0		
Hrs de Espera 28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Hrs de Espera por la luz del día 46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Hrs de Reparación 41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Hrs de Tiempo Perdido 31 = 41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Hrs de Fuerza Mayor 35	24,0	15,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
TOTAL Hrs Operativas	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	16,0	24,0	22,0	24,0	22,0	24,0	24,0	24,0	19,0	19,0	0,0	0,0	0,0	723,0		
TOTAL de Tiempo Perdido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ajuste ccc 47,00 TOTAL HRS OPERATIVAS	10,00	20,25	24,00	23,30	24,00	24,00	23,50	23,63	23,75	24,00	23,70	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	14,50	24,00	22,50	24,00	23,50	24,00	24,00	24,00	19,50	19,25	0,00	0,00	0,00	433,40		
TOTAL AJUSTE CCP (Br. 55,00)	224,73	Br 12.594,17		9999		222,30		Br 17.811,59		10023		13,50		Br 7.243,92		10069																	
AJUSTE X INFLACION (Br. 237,4)	224,73	Br 94.345,46		9999		222,30		Br 76.933,99		10024		13,50		Br 31.244,49		10070																	
AJUSTE TASA MUDANZA X INFLACION	0,00	Br 0,00		0,00		0,00		Br 23.354,46		0,00		0,00		Br 0,00		0,00																	
AJUSTE KM ADICIONALES MUDANZA	0,00	Br 0,00		0,00		0,00		Br 0,00		0,00		0,00		Br 0,00		0,00																	

11-01-00 24 HRS ESPERANDO POR COMPANIA DE CEMENTACION																																	
12-01-00 15 HRS ESPERANDO POR COMPANIA DE CEMENTACION																																	
17.224,00																																	
14-01-00 2 HRS POR LLUVIA 4 HRS ESPERANDO POR EQUIPO																																	
17-01-00 2 HRS POR LLUVIA																																	
11-01-00 4 HRS ESPERANDO CIA GUIA ELECTRICA																																	
11MMH 4 ESPERANDO POR CIA DE GUIA ELECTRICA																																	

ESTIMACION DEL 28-29 y 30/11						
	Hrs	Dias	\$	Total \$	Br.	Total Br.
H.Op.	40,0	1,67	92,24	3.689,68	1.199.290,03	44.771.632,33
H.Esp	0,0	0	0,00	-	1.003.326,29	-
H.F.M	7,0	0,29	48,10	404,26	329.461,03	5.076.276,18
Mudanza	0,0	0,00	1.549,58	-	72.714.365,00	-
			4.372,16		59.647.919,21	
					823.597,17	
					27.723,83	
					10067	

Fig. n° 3.0.- Reporte mensual de operaciones (00:00-24:00)

3.1.4 Hoja de control # 2 “descripción de las operaciones”.

La hoja de control # 2 “Descripción de las Operaciones”, está diseñada para llevar un control acerca de las actividades improductivas ocurridas y duración de la misma que se presentan en las operaciones de rehabilitación, las cuales son responsabilidad e imputadas a servicios San Antonio Internacional C.A, entre las actividades improductivas se encuentra la reparación de equipos y tiempo perdido por fallas en la logística que se aplique durante la rehabilitación.

Es de gran importancia escudriñar y analizar la **hoja de control # 2**, ya que mediante su comprensión se establecen cuáles son las fallas que más ocurren en las operaciones de los taladros, también se puede determinar en qué momentos se necesita aplicar mantenimiento o mejor aún, crear un plan de mantenimiento para todos los componentes del taladro que lo necesiten y así optimizar los tiempos productivos, siendo una Compañía de Servicio eficiente, con el mínimo margen posible de operaciones improductivas. Para facilitar el entendimiento de todas las variables que se manejan en la **hoja de control # 2** y términos que comúnmente se encuentran a lo largo de este trabajo, a continuación se explican algunos renglones de interés:

- Todas las actividades improductivas registradas en la hoja de control entran en una clasificación de acuerdo al tiempo que originen; es decir, las actividades improductivas se pueden clasificar en Tiempo Perdido por logística (TP) y Reparación de Equipos (RP).
- Se coloca las sílabas que se refiere a la Categoría en la cual se realice la actividad; es decir, si la actividad se realizó en la Categoría Mecánica (MEC), si ocurre en la Categoría Eléctrica (ELEC), si ocurre en la Categoría Operativa (OPE), si ocurre en la Categoría Tiempo Perdido Operativo (TPO), si ocurre en la Categoría Tiempo Perdido Laboral (TPL), si ocurre en la Categoría Certificación (CERT).
- De igual manera, se refiere las sílabas a los elementos en la cual se realice la actividad. Son veinte y cinco Elementos donde se puede ubicar una actividad, bien sea improductiva. Como ejemplo de lo antes expuesto, si una actividad se realizó en Reparación (RP), en la Categoría Mecánica (MEC), sí el Elemento es Swivel, entonces denotara con la silaba (SW).

A	B	C	D	E	F	G
FECHA	EQUIPO	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	CATEGORIA	HORAS	ACTIVIDAD
01-01-09	SAI-388	LABORAL	FALTA DE PERSONAL DE 7 A3	TPL	8	TP
03-01-09	SAI-388	LABORAL	TRASLADO DE OBRERO A CLINICA	TPL	4	TP
05-01-09	SAI-131	LABORAL	RETARDO DE TRANSPORTE DE PERSONAL	TPL	0,5	TP
06-01-09	SAI-388	TA	REEMPLAZO DE BOMBA DE BARRIDO EN CAJA ALLISON	MEC	1	RP
07-01-09	SAI-319	MA	REEMPLAZO DE MANGUERAS DE ENFRIAMIENTOS DE BANDAS	MEC	3,5	RP
07-01-09	SAI-134	TPO	MUDANZA DEL EQUIPO HASTA EL PATIO PARA CERTIFICAR	TPO	11	TP
07-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	13	RP
08-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
09-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
10-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
10-01-09	SAI-319	OPERATIVO	CORRIGIENDO FUGA EN BOMBA DE LODO	TPO	1	TP
11-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
12-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
12-01-09	SAI-319	OPERATIVO	CORRECCIÓN DE FUGA EN LINEA DE BOMBEO	TPO	1	TP
13-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
14-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP
15-01-09	SAI-134	CERT	CERTIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO	CERT	24	RP

Fig 3.1. Hoja de control # 2 “descripción de operaciones”

Al igual que el ejemplo mostrado, se crearon varias **hojas de control # 2** de los taladros en estudio (referirse al Apéndice B).

3.1.5 Rehabilitaciones realizadas por los taladros de san antonio internacional en el distrito oriente durante los años 2009-2010.

Las razones por las cuales se tomaron las rehabilitaciones realizadas por los taladros para el presente estudio como muestra representativa son las siguientes: conocer si los taladros han estado operando durante esos años sin haber interrupciones, saber la cantidad de pozos que fueron reacondicionados y recompletados, y si siempre han estado trabajando en el Distrito Oriente. De acuerdo a la información obtenida se presentan a continuación cuatro tablas con la información general de los pozos rehabilitados en el Distrito Oriente desde el año 2009-2010.

Tabla 3.2: Pozos rehabilitados por los taladros sai-131, sai-388, sai-319 en el año 2009.

2009											
SAI-131				SAI-388				SAI-319			
NOMBRE DE POZO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDADES REALIZADAS	NOMBRE DE POZO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDADES REALIZADAS	NOMBRE DE POZO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDADES REALIZADAS
MG-627	01/01/09	18/01/09	RA/RC	QG-25	01/01/09	01/02/09	RA/RC	AGV-520	01/01/09	03/03/09	RA/RC
MEL-326	18/01/09	28/02/09	RA/RC	JM-189	01/02/09	15/02/09	RA/RC	ZG-315	03/03/09	03/04/09	RA/RC
LM-300	01/03/09	14/03/09	RA/RC	G-06	15/02/09	28/03/09	RA/RC	ZG-352	03/04/09	18/05/09	RA/RC
LG-463	14/03/09	27/03/09	RA/RC	RG-281	29/03/09	28/04/09	RA/RC	ZG-350	18/05/09	07/06/09	RA/RC
NZ-218	27/03/09	03/04/09	RA/RC	AM-92	28/04/09	17/05/09	RA/RC	ZM-350	07/06/09	03/07/09	RA/RC
NZZ-207	03/04/09	09/04/09	RA/RC	TM-48	17/05/09	01/06/09	RA/RC	ZM-351	03/07/09	06/08/09	RA/RC
NZZ-198	09/04/09	18/04/09	RA/RC	RPN-77	02/06/09	27/06/09	RA/RC	ZM-349	06/08/09	23/08/09	RA/RC
NZZ-197	18/04/09	22/04/09	RA/RC	JMN-260	27/06/09	07/08/09	RA/RC	MVR-131	23/08/09	13/09/09	RA/RC
NZZ-194	22/04/09	27/04/09	RA/RC	JMN-261	07/08/09	09/09/09	RA/RC	ZM-352	13/09/09	30/09/09	RA/RC
NZZ-187	27/04/09	30/04/09	RA/RC	RG-283	09/09/09	26/09/09	RA/RC	ZG-349	01/10/09	15/10/09	RA/RC
GS-190	30/04/09	25/05/09	RA/RC	G-101	27/09/09	15/10/09	RA/RC	ZG-353	15/10/09	07/11/09	RA/RC
LG-449	25/05/09	21/06/09	RA/RC	JMN-139	15/10/09	05/11/09	RA/RC	ZM-353	07/11/09	27/11/09	RA/RC
GG-204	21/06/09	14/07/09	RA/RC	AM-82	05/11/09	27/11/09	RA/RC	MVR-73	27/11/09	25/12/09	RA/RC
LM-407	14/07/09	13/08/09	RA/RC	JM-262	27/11/09	12/12/09	RA/RC	MVR-85	25/12/09	31/12/09	RA/RC
GS-274	13/08/09	01/09/09	RA/RC	JM-104	12/12/09	31/12/09	RA/RC				
21B-99	01/09/09	15/09/09	RA/RC								
ES-455	15/09/09	02/10/09	RA/RC								
ES-446	02/10/09	20/10/09	RA/RC								
21B-45	20/10/09	03/11/09	RA/RC								
21B-20	03/11/09	25/11/09	RA/RC								
ES-469	25/11/09	11/12/09	RA/RC								
ES-401	11/12/09	24/12/09	RA/RC								
ES-470	24/12/09	28/12/09	RA/RC								
ES-457	28/12/09	31/12/09	RA/RC								

Tabla 3.3 Pozos rehabilitados por los taladros sai-126, sai-131, sai-134 en el año 2010.

2010											
SAI-126				SAI-131				SAI-134			
NOMBRE DE POZO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDADES REALIZADAS	NOMBRE DE POZO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDADES REALIZADAS	NOMBRE DE POZO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDADES REALIZADAS
MG-553	01/01/10	12/01/10	RA/RC	ES-457	01/01/10	19/01/10	RA/RC	AC-122	01/01/10	10/01/10	RA/RC
ADM-515	12/01/10	01/03/10	RA/RC	ES-454	19/01/10	12/02/10	RA/RC	ADM-511	10/01/10	01/02/10	RA/RC
GG-218	01/03/10	08/03/10	RA/RC	21B-51	12/02/10	12/03/10	RA/RC	33-AC-68	01/02/10	21/03/10	RA/RC
MFB-91	09/03/10	17/03/10	RA/RC	MFC-03	12/03/10	22/03/10	RA/RC	33-AC-120	21/03/10	01/05/10	RA/RC
MFB-156	17/03/10	01/04/10	RA/RC	MEL-88	22/03/10	11/04/10	RA/RC	33-AC-61	01/05/10	25/05/10	RA/RC
MFB-786	01/04/10	05/05/10	RA/RC	MFD-61	11/04/10	06/05/10	RA/RC	33-AC-118	25/05/10	23/06/10	RA/RC
MFB-586	06/05/10	19/06/10	RA/RC	MG-218	06/05/10	16/06/10	RA/RC	33-AC-35	23/06/10	25/07/10	RA/RC
MFA-78	19/06/10	07/07/10	RA/RC	MEL-165	16/06/10	30/06/10	RA/RC	GG-333	25/07/10	08/08/10	RA/RC
MFA-222	07/07/10	18/07/10	RA/RC	MFB-82	01/07/10	12/07/10	RA/RC	GG-206	08/08/10	09/09/10	RA/RC
MFB-269	18/07/10	18/08/10	RA/RC	MEL-116	12/07/10	24/07/10	RA/RC	ES-420	09/09/10	22/09/10	RA/RC
MFB-130	18/08/10	05/09/10	RA/RC	MEL-94	24/07/10	12/08/10	RA/RC	SOC-4	23/09/10	14/10/10	RA/RC
MFB-145	05/09/10	15/09/10	RA/RC	LM-426	12/08/10	24/08/10	RA/RC	21B-13	14/10/10	21/10/10	RA/RC
MFB-248	16/09/10	30/09/10	RA/RC	MFD-48	24/08/10	12/09/10	RA/RC	ADS-361	21/10/10	31/10/10	RA/RC
MFB-53	13/10/10	29/10/10	RA/RC	MEL-201	12/09/10	30/09/10	RA/RC	GG-118	01/11/10	01/12/10	RA/RC
MFA-212	29/10/10	11/11/10	RA/RC	MS-488	01/10/10	22/10/10	RA/RC	LM-437	01/12/10	10/12/10	RA/RC
MFB-353	11/11/10	27/11/10	RA/RC	MFD-54	22/10/10	14/11/10	RA/RC	YS-580	10/12/10	23/12/10	RA/RC
MFB-215	28/11/10	05/12/10	RA/RC	MG-829	14/11/10	29/11/10	RA/RC	LG-432	24/12/10	31/12/10	RA/RC
MFB-341	05/12/10	19/12/10	RA/RC	MEL-353	29/11/10	16/12/10	RA/RC				
MFB-340	19/12/10	31/12/10	RA/RC	LM-464	16/12/10	31/12/10	RA/RC				

3.2 Clasificar las fallas operacionales de los taladros ra/ rc de la empresa san antonio internacional durante los años 2009-2010.

Debido a las numerosas operaciones que se presentaron en los equipos de reacondicionamiento y recompletación de pozos se tuvo que hacer una clasificación de las principales fallas con sus respectivos tiempos, es decir, aquellas fallas operacionales que tengan mayor importancia o relevancia en los tiempos perdidos operacionales, con el propósito de realizar un adecuado análisis. Todos los equipos que forman parte del taladro tienen desgaste natural por el trabajo pero en ocasiones, debido al manejo inadecuado, falta de mantenimiento o trabajos inapropiados se reduce la vida útil de estos.

A continuación se presentan una serie de problemas más frecuentes en el campo y las causas probables que los ocasionan. **(Figura N°3.6).**

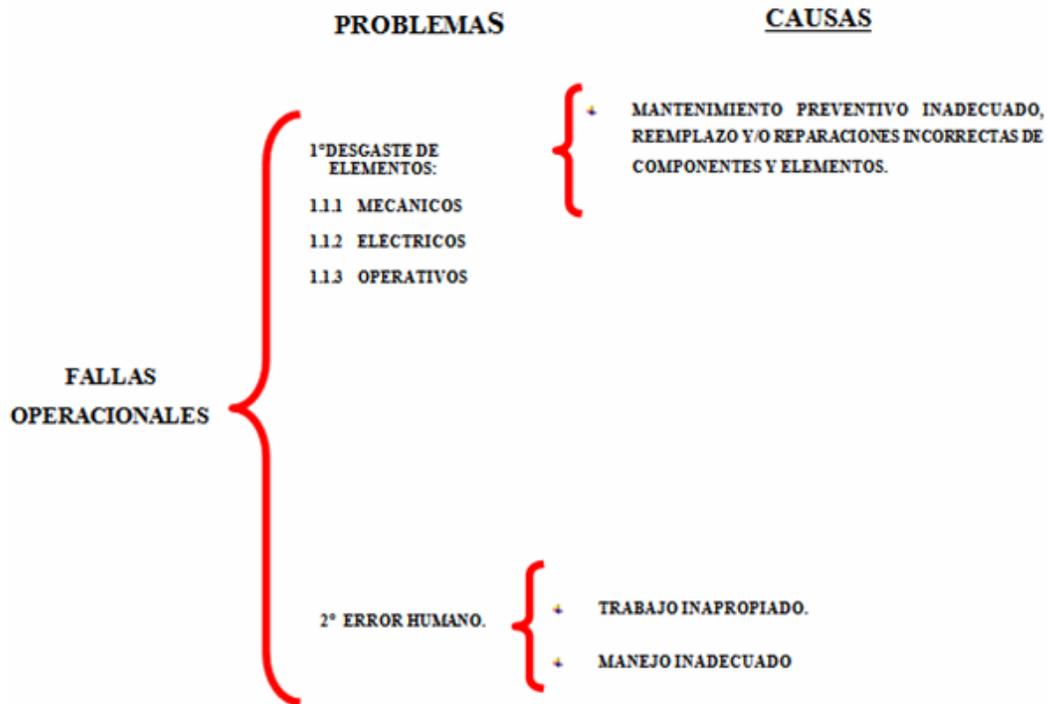


Fig.nº.3.2 clasificación de las fallas operacionales de los taladros ra/rc.

3.3 Determinar los tiempos productivos e improductivos mediante la aplicación del diagrama de Pareto.

Los valores de los tiempos productivos e improductivos fueron tomados directamente de los reportes de los tiempos operacionales de cada uno de los pozos intervenidos por los taladros Workover de la empresa servicios San Antonio Internacional, C.A. Se aplica el diagrama de Pareto para realizar Gráficos que permitan mostrar la organización y acumulación de porcentajes que ejercen los tiempos en cada una de las operaciones realizadas por los taladros, tomadas como muestras representativas. Estos gráficos porcentuales facilitan el estudio de los tiempos productivos e Improductivos en el Macro Proceso de Rehabilitación de Pozos, además de ser muy prácticos para el análisis de los resultados obtenidos.

También sirven como apoyo de futuros estudios estadísticos, para establecer programas y planificaciones de suma importancia para la empresa.

Este tipo de gráfico expone la distribución y porciones de Tiempos Productivos y Tiempos Improductivos:

El Tiempos Productivos se divide en:

- Hrs Operativas (100%).
- Hrs de Espera (95%).
- Hrs de Fuerza Mayor (75%).

El Tiempos Improductivos se divide en:

- Hrs de Reparación (0%).
- Hrs de Tiempo Perdido (0%).

Para mayor nivel de detalle en cuanto a las causas y motivos de los tiempos improductivos, se procedió a graficar los elementos. Estas nos definen los elementos o equipos que están fallando. Por ejemplo, cuando se habla de reparación por San Antonio Internacional, C.A, en este renglón se define a los elementos o equipos que se están reparando, estos puede ser Malacate (MA), Mesa Rotaria (MR), Bombas de Lodo (BL), etcétera.

Este grafico muestra las porciones de tiempos improductivos originados por elementos y nos permite visualizar rápidamente cuál o cuáles son los equipos que muestran mayores paradas de taladro y mayores tiempos improductivos. Se basa en la hoja de control # 2 y se realizó para los años de estudio donde los taladros realizaron operaciones.

3.4 Analizar el efecto de las fallas en la rentabilidad de las operaciones.

El estudio de las fallas operacionales con respecto a la rentabilidad es la secuencia de análisis de este proyecto. Para el estudio económico fue necesaria la ayuda del Departamento de Control y Gestión, el cual proporcionó las herramientas necesarias para realizar las estimaciones de costo.

Cuando existe una parada del taladro imputada a Servicios San Antonio Internacional C.A, esta deja de cobrar; es decir, se debe multiplicar las horas de la parada por 91,9633 \$ / Hrs para conocer el monto en dólares que se deja de percibir como pago.

Aunado a lo antes explicado, si la parada del taladro es motivada por la actividad improductiva Reparación por Contratista, (actividad improductiva que genera los mayores tiempos improductivos), Servicios San Antonio Internacional C.A, entonces debe pagar todos los costos de la(s) reparación(es). Esto se puede observar con claridad mayor mediante los siguientes planteamientos:

Costo de parada del taladro

$$\text{Costos de Parada del Taladro} = \text{Costo del Taladro (A)} \times \text{Hrs. de Duración de la Parada del Taladro (B)}$$

Donde:

A, es el costo del taladro por hora, es decir; 91,9633 \$/hrs.

B, las horas de duración de la parada del taladro debe incluir: Horas empleadas en Reparación + horas desmontando la pieza en reparación + las horas para montar la pieza reparada + cualquier otro tiempo empleado en la reparación y mantenimiento.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el desarrollo de éste capítulo se presentan los resultados obtenidos en el estudio, partiendo para ello del análisis de los objetivos específicos planteados por el investigador, las cuales tienen como finalidad principal realizar una evaluación de los tiempos productivos e improductivos de los 207 pozos intervenidos por la empresa Servicios San Antonio Internacional C.A, en el proceso de reacondicionamiento y recompletación de pozos durante los años 2009-2010.

4.1 Determinación de los tiempos productivos e improductivos mediante la aplicación del diagrama de pareto.

En el proceso de determinación de los tiempos productivos e improductivos a través del diagrama de Pareto, fue necesario la descripción y totalización de las actividades con respecto a los tiempos, las cuales permitieron generar los gráficos correspondientes a los años de estudio para con ello determinar la evolución de los tiempos.

4.1.1 Análisis gráfico de los tiempos operacionales.

Mediante este estudio se pudo determinar el tiempo productivo e improductivo asociado a una serie de actividades productivas e improductivas que originaron dichos tiempos. Las gráficas mostradas facilitan este análisis debido a:

- Relacionar las actividades productivas e improductivas asociadas a los tiempos.
- Analizar los diversos sistemas del taladro que están presentando fallas y generan una cantidad de paradas del taladro y horas improductivas que son debitadas del pago diario.
- Recomendar posibles soluciones para la disminución de las actividades improductivas.

Las gráficas se encuentran clasificadas en tiempos productivos e improductivos y las actividades que lo generan los cuales son descritos en la **sección 2.2.1** donde son definidas cada una de ellas. Cabe destacar que cuando se habla de reparación del taladro, esta actividad engloba los equipos que integran los taladros:

- **Sistema Eléctrico:** engloba toda la parte eléctrica que posee la cabria y sistemas que componen el taladro. Entre estos equipos están: Cablearía, Generadores, Tablero Eléctrico, etcétera.
- **Sistema Mecánico:** incluye toda la parte mecánica del taladro, por ejemplo: Malacate, Bloque Viajero, Swivel o cualquier otra parte mecánica que no posea una denominación preestablecida.
- **Sistema Operativo:** incluyen la Bomba de Lodo, BOP, Válvula Manifold, etc.

4.1.2 Distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros 2009-2010.

En la **FIG. 4.1**, se observa la distribución de los tiempos operacionales alcanzado por los taladros para el período de estudio (2009-2010), se obtuvo 3.746,24 días en tiempo productivo equivalentes a 93% del tiempo total y 302,66 días en tiempo improductivo equivalentes al 7%. En la **FIG. 4.2** se puede observar que para el año 2009, el tiempo productivo alcanzó 1.805,3 días equivalentes a 90% y 208,05 días en tiempo improductivo equivalentes a 10%. En la **FIG. 4.3** se puede observar que para el año 2010 hubo un incremento en el tiempo productivo en comparación con el año 2009 de 5%, el cual alcanzó 1.940,94 días equivalentes 95% y 94,61 días en tiempo improductivo equivalentes a 5%, estos resultados señalan la evolución que presentaron los taladros en las operaciones de reacondicionamiento y recompletación de pozos. Para mayor nivel detalle observar en el (**Apéndice C**).

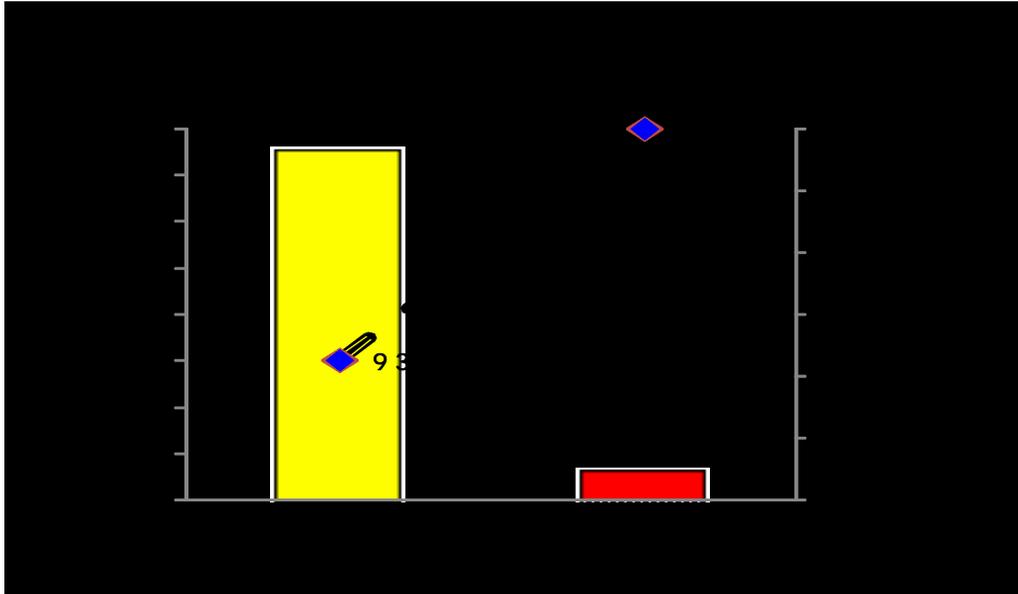


Fig. n°. 4.1 distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros para el período total de estudio (2009-2010).

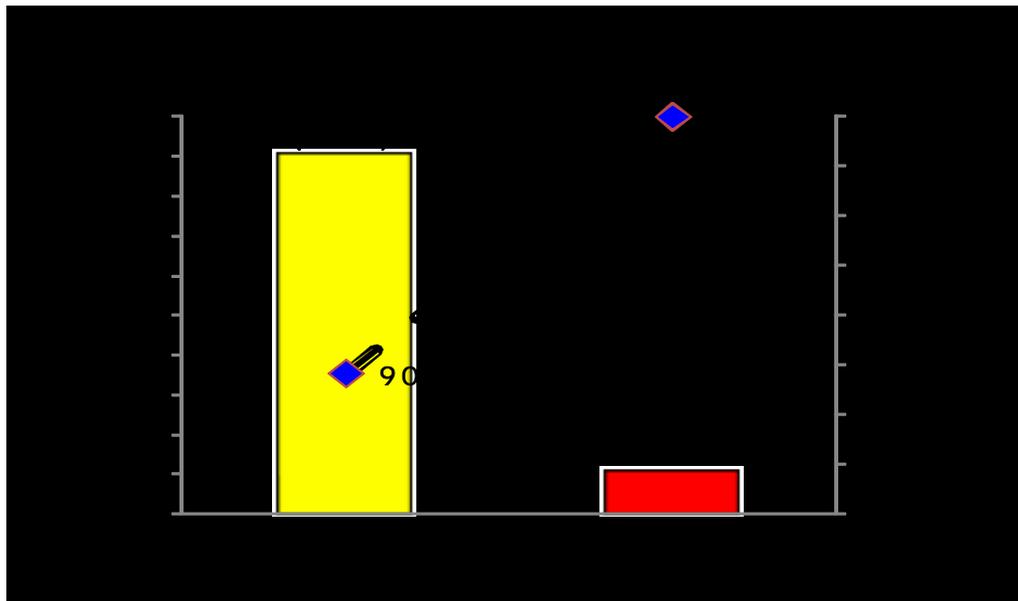


Fig. n°. 4.2 Distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros para el año 2009.

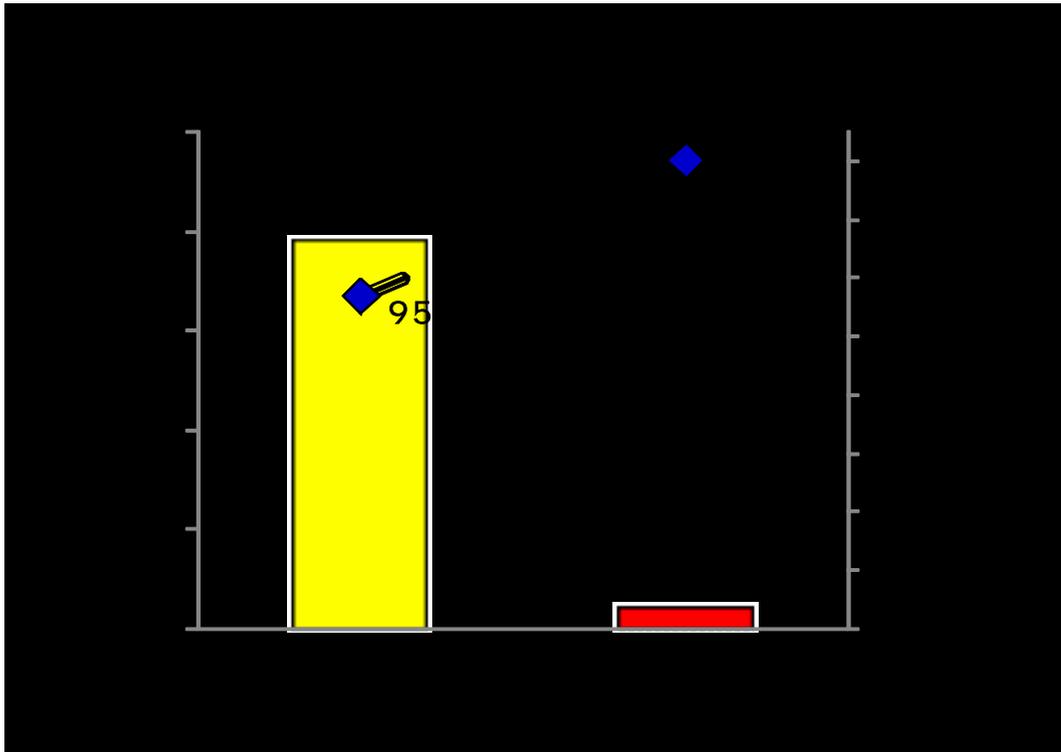


Fig. n°. 4.3 Distribución de los tiempos operacionales ocurridos en los taladros para el año 2010.

4.1.3 Distribución de los tiempos productivos e improductivos generadas por las actividades ocurridas en los taladros para los años 2009-2010.

En los siguientes gráficos se muestra la distribución porcentual de los tiempos productivos e improductivos generados por las actividades, en la cual se dividen:

Tiempos Productivos:

- Hrs Operativas.
- Hrs de Espera.
- Hrs de Fuerza Mayor.

Tiempos Improductivos:

- Hrs de Reparación.
- Hrs de Tiempo Perdido.

Los Tiempos Productivos e Improductivos que son generados por las actividades son explicados con mayor detalle en la **sección 2.2.1. (Figura 4.4)**.

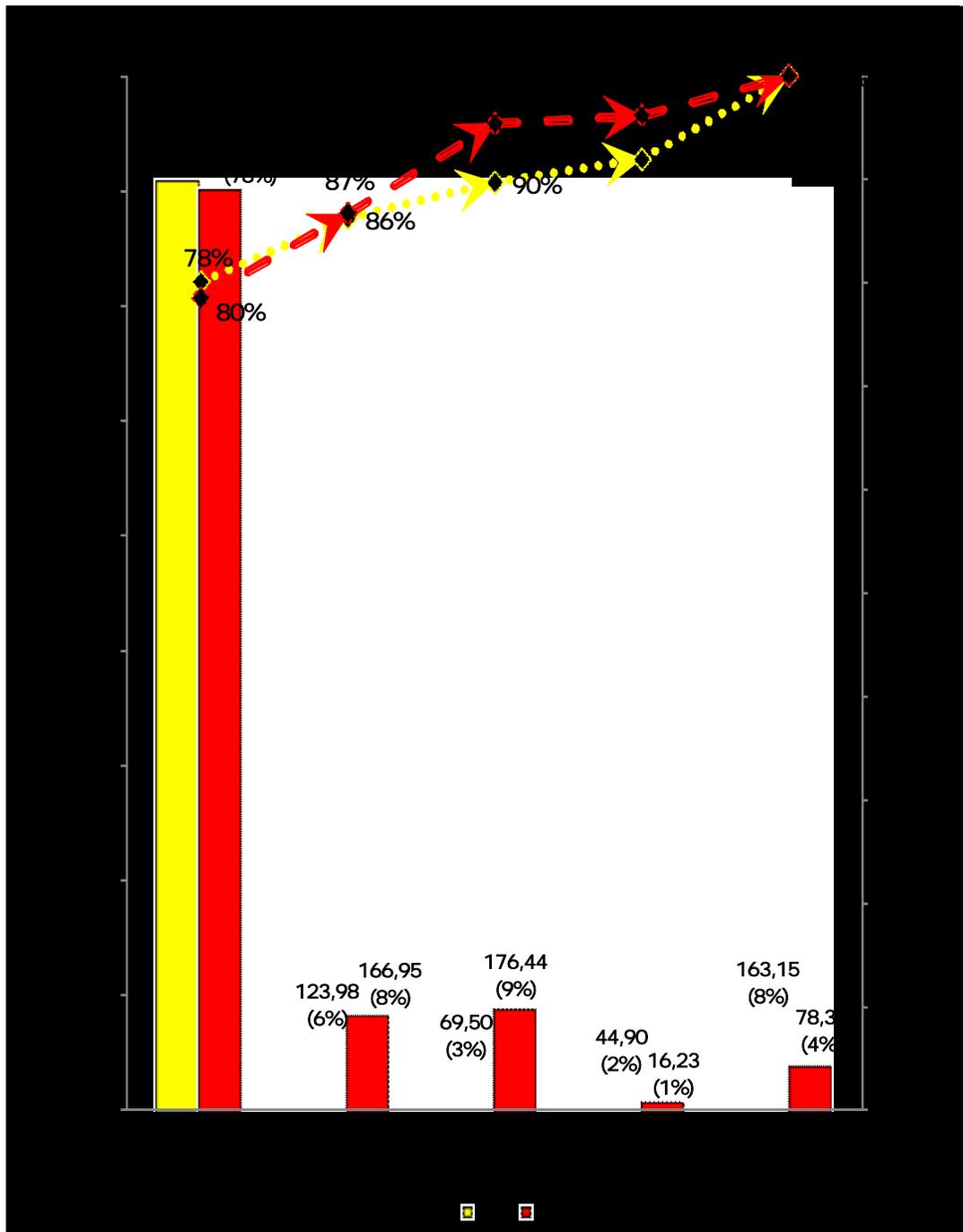


Fig. 4.4 Distribución de los tiempos productivos e improductivos generadas por las actividades ocurridas en los taladros en los año 2009-2010

En la **FIG. 4.4** se ve reflejado cada uno de las 5 actividades establecidas previamente, en la **sección 2.2.1**, los mismos serán graficados con relación a los tiempos. De esta forma se puede deducir que las actividades produjeron los siguientes resultados:

- **Operativas:** en esta actividad se puede observar que en el año 2009 se obtuvo un total de 1.611,82 días productivos equivalentes a 80%, donde se obtuvo una disminución de 14,27días productivos equivalentes a 2% en comparación al año 2010 de donde se produjeron 1.597,55 días productivos equivalentes a 78%. A pesar que en la gráfica se observa una disminución, esto se debe al incremento de los días de “Espera por el Cliente” y también “Fuerza Mayor” que son eventos que no depende directamente de la empresa San Antonio Internacional, C.A. Está actividad contribuye al avance en el proceso de rehabilitación de pozos, la contratista que es servicios San Antonio Internacional cobra una tasa 100% por este tiempo operativo y por lo tanto la contratista lo incluye como un tiempo productivo.
- **Espera:** a esta actividad se le atribuyen un aumento de 42,97 días productivos equivalentes a 2% entre los años de estudio, ya que para el 2009 se totalizaron 123,98 días productivos equivalentes 6% y para el 2010 se totalizaron 166,95 días productivos equivalentes a 8%. Está actividad comprende a las esperas asociadas a PDVSA para solucionar problemas como lo son: toma de decisiones, reuniones imprevistas, reparaciones a cargo de la empresa, etc. Las cuales han sufrido pérdidas en cuanto a las acciones de respuestas inmediatas hecho que se ve reflejado en el aumento del tiempo. Cabe destacar que a pesar de que es una actividad improductiva la cual no contribuye al avance en el proceso de rehabilitación de pozos, la contratista que es San Antonio Internacional, C.A, cobra una tasa 95% por este tiempo de espera por el cliente y por lo tanto la contratista lo incluye como un tiempo productivo.

- **Fuerza Mayor:** esta actividad en el año 2009 se totalizaron 69,50 días productivos equivalentes a 3% y para el año 2010 se totalizaron 176,44 días productivos equivalentes a 9%, la cual se obtuvo un incremento de 106,94 días esto equivale a 6%. Esta actividad comprende las condiciones climáticas (fuertes vientos, fuertes lluvias, etc), la cual no permite realizar las operaciones de manera continua, por lo tanto se debe totalizar en los tiempos operacionales. Cabe destacar que a pesar de que es una actividad improductiva, ya que el taladro está sin operar debido a las condiciones climáticas, la cual no contribuye al avance en el proceso de rehabilitación de pozos, la contratista que es San Antonio Internacional, C.A, cobra una tasa 75% por este tiempo, y por lo tanto la contratista lo incluye como un tiempo productivo.

- **Reparación:** el tiempo improductivo asociado a esta actividad se encuentra distribuido de la siguiente manera para el año 2009 se totalizaron 44,90 días improductivos equivalentes a 2% y para el año 2010 se totalizaron 16,23 días improductivos equivalentes a 1%, se obtuvo una disminución de 28,67 días productivos equivalente a 1%. Esta actividad se encuentra generando un tiempo considerable de pérdidas en ambos años por actividades como: reparaciones a los componentes del taladro, sistema mecánico, sistema eléctrico, sistema operativo. Cabe destacar que a pesar de que se obtuvieron pérdidas en los años de estudio, las nuevas estrategias que se implementaron en el área de mantenimiento preventivo fueron factibles de acuerdo a la reducción de los días por reparación.

- **Tiempo Perdido:** en esta actividad se observa que para el año 2009 se totalizaron 163,15 días improductivos equivalentes a 8% mientras que para el año 2010 se obtuvo un total de 78,38 días improductivos generando un 4%, se obtuvo una reducción de 84,77 días productivos equivalentes a 1%. Está

actividad refleja que aunque se produjo una disminución del tiempo perdido aún se sigue manteniendo una cantidad considerable de este tiempo asociado a: paros civiles/legales, espera no planificadas por suministros o transporte entre otras.

Con base a lo anterior y para mayor nivel de detalle en cuanto a las causas y motivos de reparación y tiempo perdido, se procedió a realizar el diagrama de Pareto para establecer los principales elementos que están fallando y que han generado tiempos improductivos considerables.

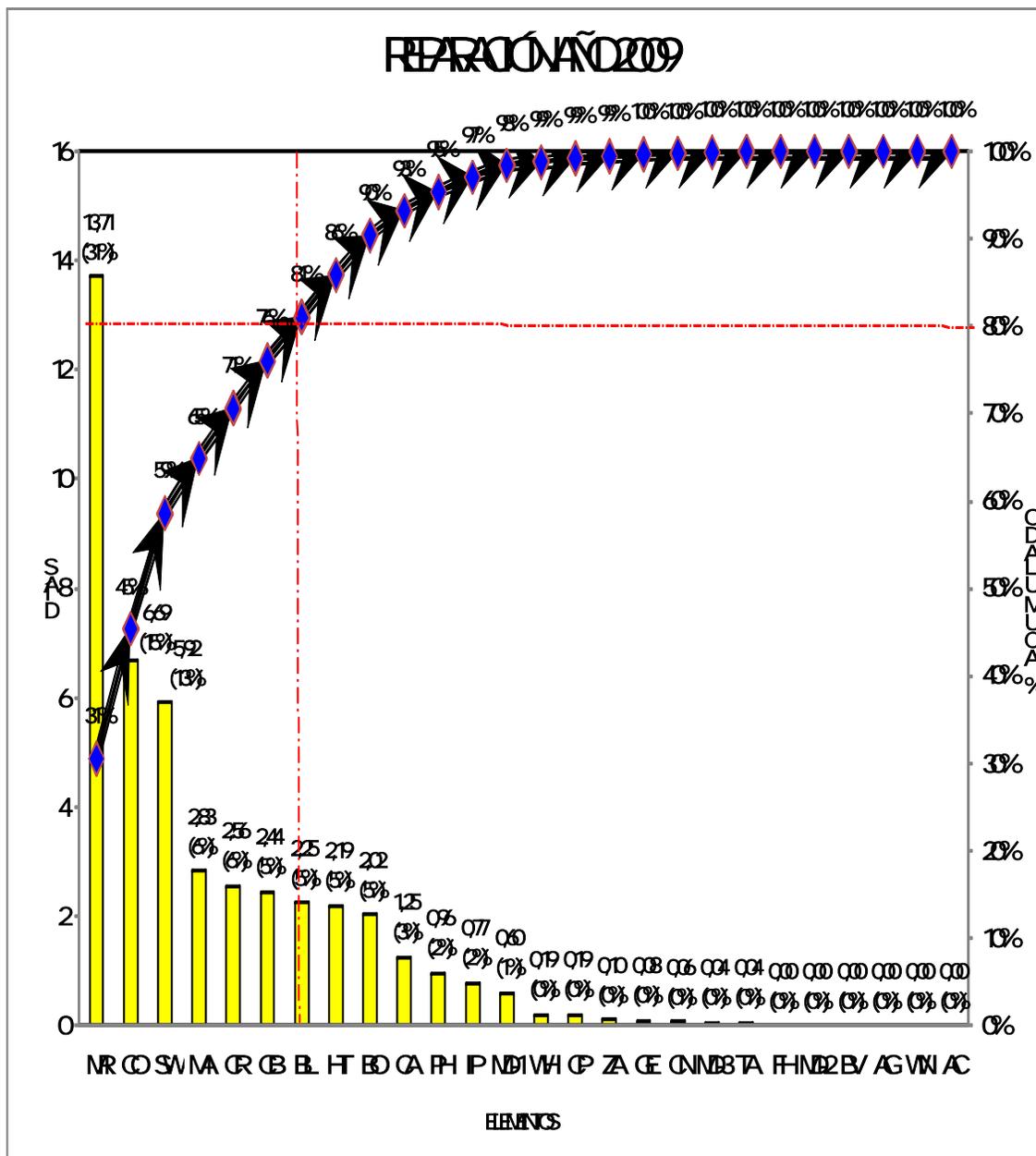


Fig. 4.5 Distribución de los tiempos improductivos generadas por reparación de elementos año 2009.

En la **FIG. 4.5** se puede observar a un grupo conformado por 7 elementos, los cuales abarcan el 80% de los tiempos improductivos generados por reparación y/o mantenimiento. Estos elementos son: Mesa Rotaria con 31% que representa 13,71 días improductivos, “Crow o Matic” con 15% representa 6,69 días improductivos, Swivel con 13% que representa 5,92 días improductivos, Malacate con 6% que representa 2,83 días improductivos, Bloque Corona con 6% que representa 2,56 días improductivos, Cabria con 5% que representa 2,44 días improductivos, Bomba de Lodo con 5% que representa 2,25 días improductivos. Estos siete elementos conforman el 81% que representa 36,40 días improductivos y los 19 elementos restantes conforman el 19% restante del total que representa 8,5 días improductivos. Para mayor nivel de detalle observar (**Apéndice F**).

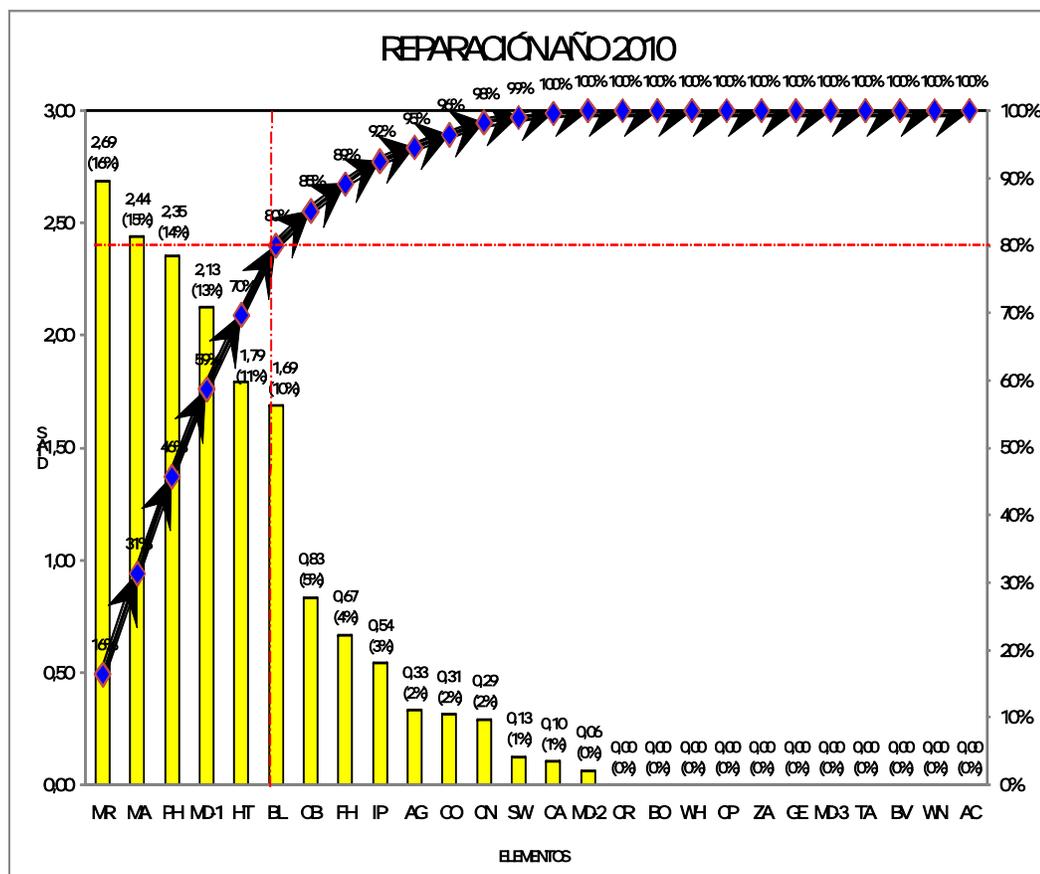


Fig. 4.6 Distribución de los tiempos improductivos generadas por reparación de elementos año 2010.

En la **FIG. 4.6** se puede observar a un grupo conformado por seis elementos, los cuales abarcan el 80% de los tiempos improductivos generados por reparación y/o mantenimiento. Estos elementos son: Mesa Rotaria con 16% que representa 2,69 días improductivas, Malacate con 15% representa 2,44 días improductivas, Llave Hidráulica con 14% que representa 2,35 días improductivas, Motor Diesel N°1 (Sistema de Izamiento) con 13% que representa 2,13 días improductivas, Hoist con 11% que representa 1,79 días improductivas, Bomba de Lodo con 10% que representa 1,69 días improductivas. Estos seis elementos conforman el 80% que representa 13,08 días improductivas y los 19 elementos restantes conforman el 20% restante del total que representa 3,27 días improductivas. Para mayor nivel de detalle observar (**Apéndice F**).

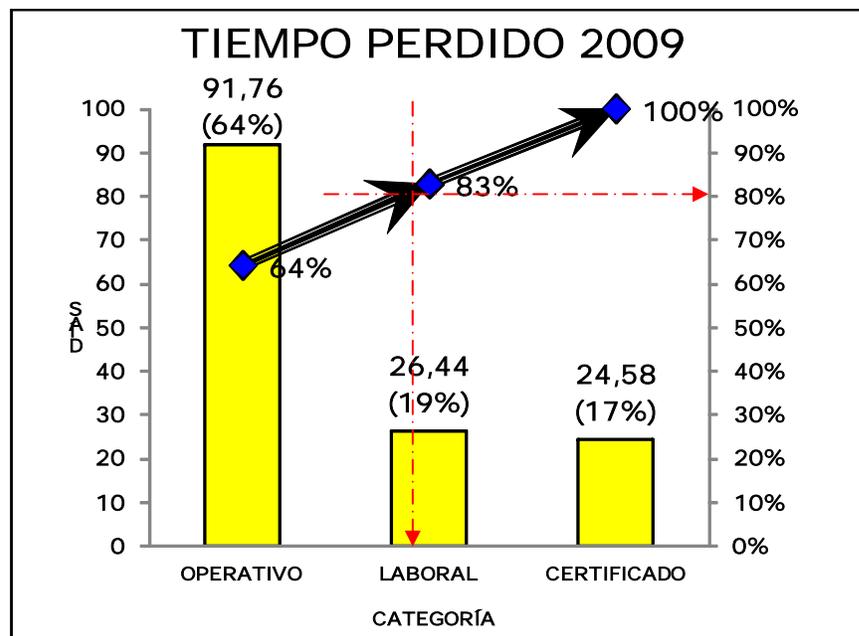


Fig. 4.7 Distribución del tiempo perdido por año 2009.

En la **FIG. 4.7** se puede observar que en el año 2009 el 83% de los días por tiempo perdido, está conformada por 91,76 días perdido operativo equivalentes a 64%, 26,44 días perdido laboral equivalentes 19%, 24,58 días perdido por certificado

restante del total del tiempo perdido equivalentes 17%. Para mayor nivel de detalle observar (**Apéndice F**).

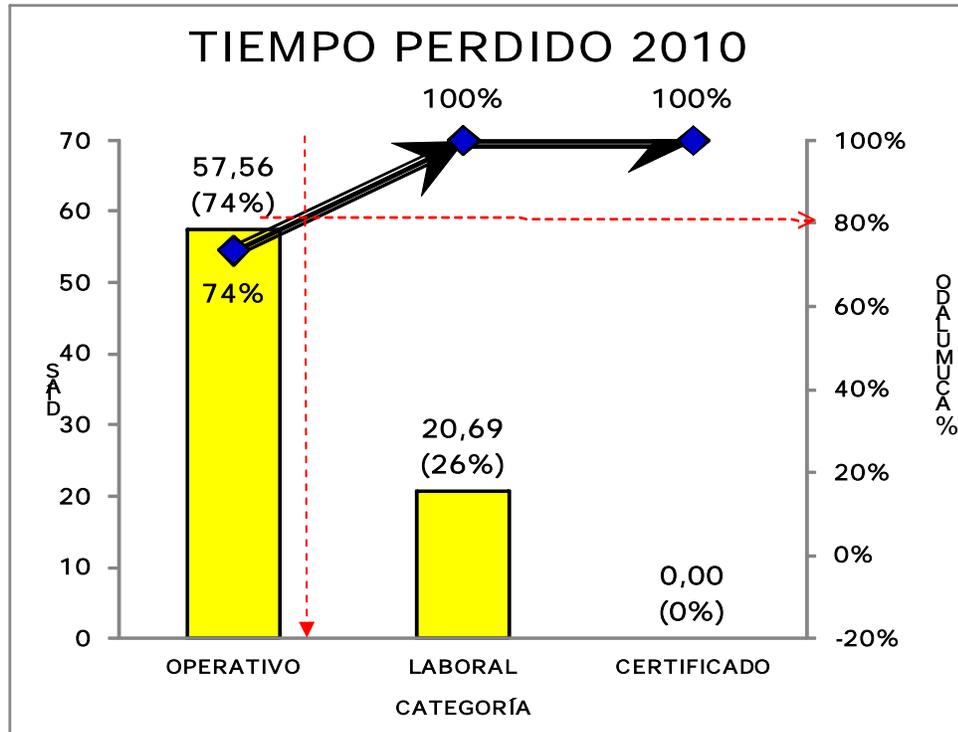


Fig. 4.8 Distribución del tiempo perdido año 2010.

En la **FIG. 4.8** se puede observar que en el año 2010 los días por tiempo perdido, está conformada por 57,56 días perdido operativo equivalentes a 74%, 20,69 días perdido laboral equivalentes 26%, 0 días perdido por certificado, en la cual se puede observar reducción de los tiempos perdidos en comparación con el año 2009. Para mayor nivel de detalle observar (**Apéndice F**).

4.2 Análisis el efecto de las fallas en la rentabilidad de las operaciones.

El análisis económico, es clave para determinar el efecto que tiene las fallas en la rentabilidad en las operaciones de los taladros, en la empresa Servicios San

Antonio Internacional, C.A, durante los años 2009-2010. Para poder apreciar el estudio de rentabilidad, se usaron las horas de paradas del taladro que se generaron por desgaste de elementos en las categorías de mecánica, eléctrica, operativa y por errores humanos ocurridas en los años de estudio.

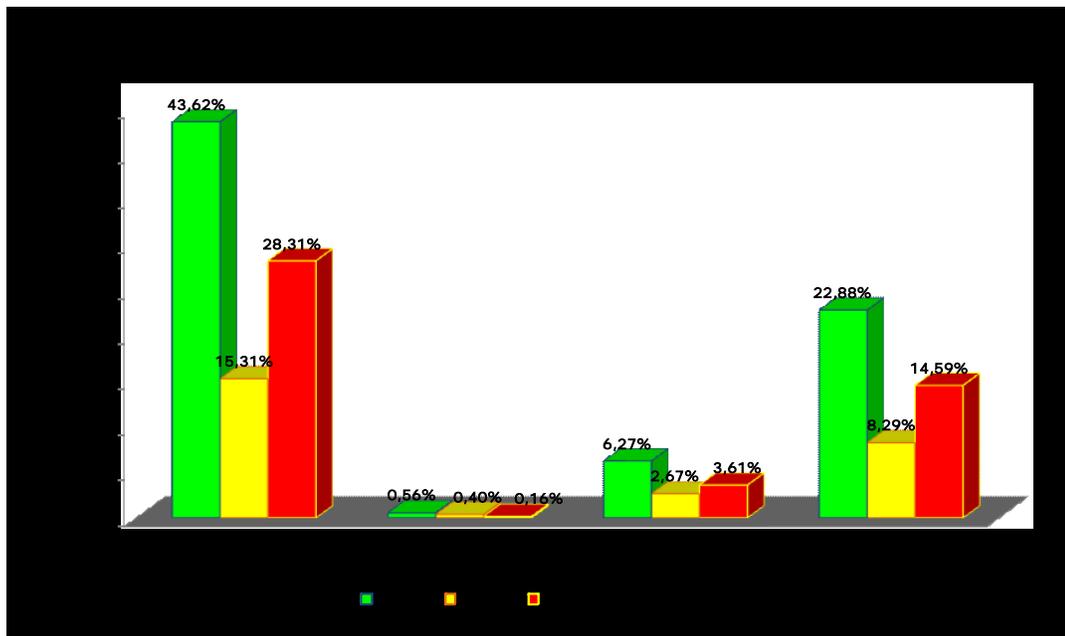


Fig. 4.9. Distribucion porcentual de las fallas operacionales por categoría en los años 2009-2010.

En la **FIG 4.9.** Se refleja los resultados de los años 2009, 2010 y % diferencial 2009-2010, representados con los colores verde, amarillo y rojo respectivamente, en la cual se puede observar que la categoría que más género impacto en las fallas operacionales es la mecánica y en segundo lugar se encuentra los errores humanos, que a pesar de que existe un porcentaje importante, en ella se puede contemplar claramente la factibilidad en la implementación de nuevas técnicas, realizando un gran avance en el campo de reparaciones y/o mantenimiento de equipos y del

personal que operan en los taladros con una disminución de tiempos con valores porcentuales que se muestran en la gráfica.

Tabla 4.1. Reducción de costos de fallas operacionales por categoría 2009 - 2010

FALLAS OPERACIONALES 2009-2010						
CATEGORÍA	AÑO	DÍAS	COSTO \$	% COSTO	% DIFERENCIAL 2009-2010	RENTABILIDAD \$
MECÁNICO	2009	38,81	85.663,5345	43,62%	28,31%	55.597,1558
	2010	13,63	30.071,901	15,31%		
ELÉCTRICO	2009	0,50	1.103,556	0,56%	0,16%	314,2192
	2010	0,35	781,6855	0,40%		
OPERATIVO	2009	5,58	12.323,042	6,27%	3,61%	7.089,5702
	2010	2,38	5.241,891	2,67%		
ERROR HUMANO	2009	20,35	44.923,9255	22,88%	14,59%	28.652,8613
	2010	7,38	16.277,451	8,29%		
TOTAL		88,98	196.386,987	100%	46,67%	91.653,8066

En la **Tabla 4.1**, corresponde a la reducción de costos que presentó la empresa Servicios San Antonio Internacional, C.A, en los años 2009-2010, producto de la disminución de los tiempos generados por las fallas operacionales en valores porcentuales, haciendo como referencia el cien por ciento del valor promedio, lo que genera como resultado, la demostración de mejoras sobre las operaciones de manera significativa por las múltiples implementaciones de nuevos procedimientos en las áreas de estudio.

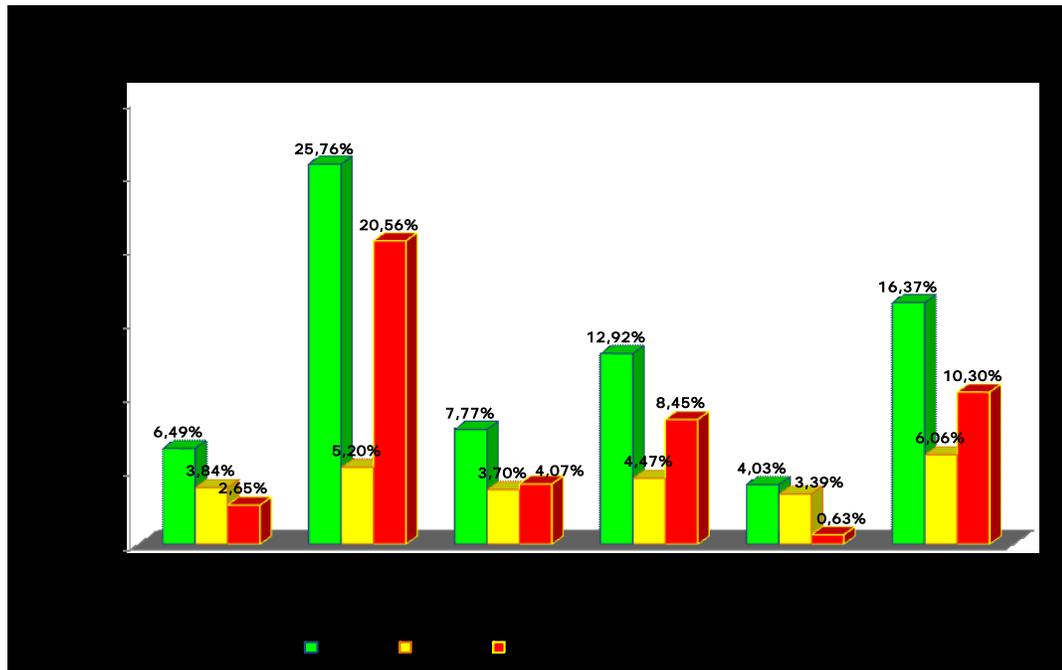


Fig.4.10.Distribución porcentual de las fallas operacionales por taladro en los años 2009-2010.

En la **FIG 4.10**. Se puede observar que en todos los taladros ocurrió una reducción de costos por fallas operacionales, especialmente en el taladro SAI-131 donde se obtuvo una reducción de 20,56% lo que se traduce en 21.952,94\$, en segundo lugar se encuentra el taladro SAI-388 con una reducción de 10,30% lo que se traduce en 10.997,82\$, en tercer lugar se encuentra el taladro SAI-206 con una disminución de 8,45% lo que se traduce 9.022,48\$ y el resto de los taladros generaron 60,69% lo que se traduce en 64.801,75\$, de acuerdo a los resultados obtenidos podemos observar que ninguno de los taladros obtuvo un aumento de costos lo que certifica la eficiencia que ha presentado los taladros en el año 2010.

4.3 Elaboración un plan de mejoras en las operaciones de ra/rc para la empresa san antonio internacional.

Una vez realizado el diagnóstico de los tiempos productivos e improductivos con respecto a las actividades de reacondicionamiento y recompletación de pozos, tales como se refleja en las **Figura 4.4**, se han observado el comportamiento de los tiempos improductivos generados específicamente por reparación, mantenimiento y logística. A pesar de que ha disminuido los tiempos improductivos en el año 2009 con relación al 2010, se ha podido apreciar todavía un porcentaje importante de horas improductivas en estas áreas. Por lo tanto se le propuso a la empresa Servicio San Antonio Internacional C.A, elaborar un plan de mejoras que permita reducir los tiempos improductivos en estas áreas:

Áreas de Mejoras: Mantenimiento Preventivo.

- Elaborar codificaciones y registros de los equipos de los taladros de la empresa Servicios San Antonio Internacional C.A.
- Entrenar al personal encargado de cumplir con el mantenimiento de los componentes del taladro (mecánico, eléctrico), de manera que exista un compromiso en llevar a cabo el plan de mejoras propuesto.
- Hacer mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos que presentaron un 80% de horas perdidas durante los años de estudio, tal como se puede apreciar en las **Figura 4.5 y 4.6**, estas prevenciones se tiene que realizar una vez que haya dejado de operar en el campo y se encuentre en el patio de la empresa.

- Realizar un inventario de todos los componentes que lo integran una vez que el equipo se encuentre en el patio de la empresa con el fin de evitar el desmantelamiento.

Áreas de Mejoras: Departamento de Operaciones.

- Entrenar al personal encargado de cumplir con el mantenimiento de los componentes del taladro.
- Establecer un plan de actividades para la ejecución de los servicios cuando el taladro se encuentra en operaciones y cuando se realice la mudanza de los equipos de una locación a otra.
- Crear conciencia en el personal de la empresa Servicios San Antonio Internacional, C.A, que labora en el taladro, mientras el personal cumpla con las prevenciones adecuadas para minimizar los tiempos no productivos y desempeñe una buena labor prestando los servicios de rehabilitación, habrá trabajo para todo el personal del taladro.
- Dar incentivos a las cuadrillas que realicen los mejores tiempos de rehabilitación de pozos y estimular al resto del personal que labora en el taladro.
- Adiestrar al personal del taladro con respecto al uso adecuado de los insumos, manejo del equipo y ejecución de las actividades, explicar lo importante que es el taladro tanto para ellos como para la empresa.

- Revisar los planes de seguridad higiene y ambiente del taladro con el objetivo de evitar inconvenientes que altere de una forma el buen desempeño de las actividades para los futuros trabajos de servicios.

CONCLUSIONES

1. Los tiempos productivos totales de la empresa Servicios San Antonio Internacional en los trabajos Reacondicionamiento y Recompletación de pozos durante el período (2009-2010), alcanzaron un porcentaje promedio de 93%, estando 2% por debajo de lo estimado.
2. La empresa alcanzó un aumento de 5% en los tiempos productivos, la cual se produjo en el año 2009 un porcentaje de 90% de tiempos productivos y en el año 2010 obtuvo un porcentaje de 95% de tiempos productivos, se observa un incremento considerable del tiempo productivo entre ambos años de estudio.
3. Las actividades “operativas” en el año 2009 alcanzaron un porcentaje de 80% y en el año 2010 se obtuvieron un porcentaje de 78%, se observa una reducción considerable de tiempo en estas actividades entre ambos años de estudio.
4. Las actividades por “Espera de Cliente”, generó considerables ganancias de tiempo.
5. Los eventos por “Fuerza Mayor”, causa considerable ganancias de tiempos en las operaciones de rehabilitación.
6. Las actividades por “Reparaciones del Taladro”, se observa una disminución considerable del tiempo en esta actividad, en donde se alcanzó 44,90 días improductivos en el año 2009 y se produjo 16,23 días improductivos.

7. El “Tiempo Perdido” por otras causas, generó reducción de tiempo entre los años de estudio: 163,15 días para el año 2009 y 78,38 días para el 2010, productos de la implementación de nuevas logísticas que logró reducir las espera no planificadas surgidas durante la rehabilitación.
8. Los elementos que generaron el 81% de los tiempos improductivos por “Reparación” en el año 2009 son: Mesa Rotaria 31%, “Crow o Matic” 15%, “Swivel” 13%, “Malacate” 6%, “Bloque Corona” 6%, “Cabria” 5%, “Bomba de Lodo” 5%.
9. Los elementos que generaron el 80% de los tiempos improductivos por “Reparación” en el año 2010 son: “Mesa Rotaria” 16%, “Malacate” 15%, “Llave Hidráulica” 14%, “Motor Diesel N°1 (Sistema de Izamiento)” 13%, Hoist 11%, “Bomba de lodo” 10%.
10. La Mesa Rotaria causó el mayor número de veces por reparaciones en los años de estudio: el año 2009 con 31% y el año 2010 con 16%, en comparación con los otros elementos que conformaron el grupo de componentes con más días improductivas.
11. La categoría en donde se generó más fallas operacionales fue la Mecánica con 43,62% en el año 2009 y 28,31% en el año 2010.

- 12.** El taladro SAI-131 y SAI-388 fue el que presentó más fallas en los trabajos de reacondicionamiento y recompletación de pozos, en el año 2009 SAI-131 con 25,76% y en el año 2010 SAI-388 con 6,60%.

- 13.** La rentabilidad que obtuvo la empresa por la reducción de horas improductivas generadas por fallas operacionales en los años de estudio fue de 46,67% esto se traduce en 91.654,1055\$.

RECOMENDACIONES

1. Contar con un plan de adiestramiento más actualizado para el equipo de rehabilitación con el fin de desarrollar su capacidad de respuestas a las situaciones imprevistas surgidas durante la rehabilitación.
2. Mejorar el plan de Riesgos y Seguridad para que este se adapte a las condiciones operacionales en los campos donde operan.
3. Mejorar la reserva de repuestos adicionales en los taladros, para reemplazar cualquier pieza que falle durante las operaciones de rehabilitación, con el fin de evitar pérdidas de tiempo en la búsqueda de repuesto.
4. Instruir a todo el personal del taladro en materia de mantenimiento, específicamente en mantenimiento preventivo y correctivo.
5. La empresa debe implementar mejor organización y planificación al momento de intervenir los pozos a ser rehabilitados.
6. Llevar un control de los tiempos productivos e improductivos de las operaciones de reacondicionamiento y recompletación de pozos.
7. Estudiar y aplicar el plan de mejoras que se puede observar en la **sección 4.3**.
8. Llegar a acuerdos previos con las comunidades y sindicatos antes de iniciar las operaciones con el fin de evitar pérdidas de tiempo por conflictos e incumplimientos laborales.

BIBLIOGRAFÍA

Rondón, D. (2003), Análisis Técnico-Económico de los Trabajos de Reacondicionamientos de Pozos en la Unidad de Explotación Barinas de PDVSA. **Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.**

Sánchez, M. (2007), Evaluación de los Trabajos Realizados a Pozos de la U.P Pesado, Distrito San Tomé Durante el Período 2004-2005. **Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.**

Figuroa, J. (2005), Análisis de la Matriz Integral de Rehabilitación (M.I.R.E), para su Aplicación en los Pozos del Campo Melones, Distrito Sur - PDVSA Oriente. **Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.**

Campos, M (2006), “Evaluación de los Tiempos Improductivos Durante la Etapa de Perforación, para Prevenir la Ocurrencia de Eventos no Deseados en las Áreas Operacionales AMA y AMO; Distrito Gas Anaco”. **Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.**

Servicios Gerenciales de Proyectos S.A “**Manual de Completación y Rehabilitación de Pozos**”. (2005).

Barberi, E “El Pozo Ilustrado”, Editorial del Centro Internacional de Educación y Desarrollo, Caracas, Venezuela (1998).

CIED. Centro Internacional de Educación y Desarrollo Filial de Petróleos de Venezuela S.A “**Completación y Reacondicionamiento de Pozos**” (2005).

Lanfranchi, E. “Completación y Rehabilitación de Pozos”. Cursos Gerenciales, Venezuela (2000).

Salas, R. **“El Taladro y sus Componentes”**. Fondo Editorial UDO Anzoátegui, Puerto La Cruz, (2000).

CIED, **“Registro en Hoyo Desnudo y Entubado”**, (1999).

CIED, **“Fundamentos de la Ingeniería de Perforación”**. (1998)

PDVSA-CIED. **“Caracterización Energética de los Yacimientos”**, Puerto La Cruz, (1997).

PDVSA-CIED. **“Evaluación de Pozo”**, WEC VENEZUELA, (1997).

Curso de Completación de Pozos. LAGOVEN S.A. Tamare, Edo. Zulia, (1989).

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

TÍTULO	“Evaluación de tiempos productivos e improductivos en las operaciones de los taladros o cabrias de ra/rc de la empresa san Antonio internacional durante los años 2009 - 2010”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
IVÁN ANTONIO ZAPATA QUIROZ	CVLAC: 16.854.139 E MAIL: ivanzapata84@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Evaluación

Taladros

Tiempos productivos e improductivos

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería de Petróleo

RESUMEN (ABSTRACT):

El presente trabajo de investigación consistió en evaluar los tiempos productivos e improductivos en las Operaciones de los Taladros o Cabrias de Ra/Rc de la Empresa San Antonio Internacional durante los Años 2009-2010. En tal sentido, la empresa Servicios San Antonio internacional, C.A decide realizar una evaluación a los seis taladros de modalidad Workover, para determinar su desempeño, rentabilidad y eficiencia en las operaciones de campo. Para lograr la evaluación de los taladros Workover se partió de los reportes generados durante los años 2009-2010, se revisaron y analizaron los tiempos operacionales (tiempos productivos e improductivos), se elaboraron tablas con los tiempos operacionales, pozos intervenidos, costos de las horas paradas de los taladros por fallas operacionales, se realizaron gráficos para obtener mejores análisis en los resultados, también se revisaron y compararon los costos de operación de los equipos de la empresa. En cuanto a los resultados obtenidos, se observó un incremento de los tiempos productivos por el aumento de tiempo de “Espera del Cliente” y tiempo “Fuerza Mayor” y una disminución del tiempo improductivo por la reducción del “Tiempo Perdido” y tiempo por “Reparación”, significando una reducción de los costos y un aumento del rendimiento, asociados principalmente a los sucesivos problemas con las herramientas de subsuelo y equipos de superficie, a pesar de existe una disminución del tiempo improductivo, todavía existe un porcentaje significativo, por lo tanto hay que optimizar las operaciones del mismo en el campo, para así de esta forma garantizar el éxito en las actividades que permitan generar valor agregado a la empresa.

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

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU
Ricardo Valor	CVLAC:	11.656.728			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Roberto Salas	ROL	CA	AS	TU X	JU
	CVLAC:	3.413.775			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Félix Acosta	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	9.272.777			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Luis Rodríguez	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	13.773.196			
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2011	11	25
------	----	----

LENGUAJE. SPA

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

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.Evaluación de tiempos productivos.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: San Antonio Internacional, C.A/ El Tigrito/ Departamento de Operaciones de reacondicionamiento y recompletación de pozos

TEMPORAL: Ocho meses (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero de Petróleo

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería 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 propiedad exclusiva 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".

IVÁN ANTONIO ZAPATA QUIROZ

AUTOR

Roberto Salas

TUTOR

Félix Acosta

JURADO

Luis Rodríguez

JURADO