



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

**“ANÁLISIS DE LA NORMATIVA PERTINENTE PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE INSPECCIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LA LLAVE HIDRÁULICA USADA EN EL
PROCESO DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS
PETROLEROS EN LA INDUSTRIA HIDROCARBURÍFERA DEL
ECUADOR”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE
PETRÓLEOS**

HENRY ALEXANDER HERNÁNDEZ FARÍAS

DIRECTOR: ING. BENJAMÍN HINCAPIÉ

Quito, DICIEMBRE 2014

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, **HENRY ALEXANDER HERNÁNDEZ FARÍAS**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Henry Alexander Hernández Farías

C.I. 172047585-2

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Análisis de la normativa pertinente para la implementación de un manual de inspección y mantenimiento de la llave hidráulica usada en el proceso de reacondicionamiento de pozos petroleros en la industria hidrocarburífera del Ecuador**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero de Petróleos** fue desarrollado por **Henry Alexander Hernández Farías**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Benjamín Hincapié
DIRECTOR DEL TRABAJO

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad y darme la mejor familia del mundo.

A mis padres Laura y Guido quienes siempre me brindaron su amor y apoyo incondicional y nunca dejaron que me rinda a pesar de las adversidades.

A mis hermanos quienes siempre estuvieron presentes a lo largo de mi vida, dándome ánimo y motivándome a seguir adelante siempre.

A mi novia que me ayudo siempre moralmente y me brindo apoyo cuando más lo necesitaba.

A mis amigos por estar siempre presentes en todos los momentos buenos y malos.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial y a sus excelentes maestros quienes fueron un pilar importante en la culminación de mi carrera profesional.

Henry Hernández Farías

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este, porque siempre me apoyaron y me impulsaron a seguir adelante, formándome en base a reglas y con algunas libertades, pero al final de todo me motivaron para alcanzar siempre mis sueños.

Henry Hernández Farías

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
1. INTRODUCCION	2
1.1. PROBLEMA.....	4
1.2. JUSTIFICACION.....	4
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
2. REVISION LITERARIA	8
2.1. MANTENIMIENTO.....	8
2.1.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:	8
2.1.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO:	9
2.1.3. NECESIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:.....	10
2.1.4. VENTAJAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:	10
2.1.5. GUIA PARA LOCALIZAR Y SOLUCIONAR PROBLEMAS:.....	11
2.1.6. MANTENIMIENTO GENERAL DEL TALADRO DE WORK-OVER: 11	
2.2. INSPECCION	12
2.2.1. PROGRAMA DE INSPECCION:	12
2.2.2. CATEGORIAS DE INSPECCION:.....	12
2.2.2.1. Categoría I:	13
2.2.2.2. Categoría II:	13
2.2.2.3. Categoría III:	13
2.2.2.4. Categoría IV:	14
2.3. PRUEBAS NO-DESTRUCTIVAS	14

2.3.1. INSPECCION VISUAL:	15
2.3.2. LIQUIDOS PENETRANTES:	17
2.3.3. PARTÍCULAS MAGNÉTICAS:	19
2.3.4. ULTRASONIDO:.....	20
2.3.5. RADIOGRAFIA:.....	21
2.4. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE POZOS.	22
2.5. SISTEMAS Y COMPONENTES DEL TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS:	23
2.5.1. SISTEMA DE SOPORTE ESTRUCTURAL Y ELEVACIÓN	24
2.5.1.1. Mástil:.....	25
2.5.1.2. Subestructura:	26
2.5.1.3. Piso del taladro:	26
2.5.1.4. La Corona:	27
2.5.1.5. La Plataforma del encuellador:.....	28
2.5.1.6. Malacate:.....	28
2.5.1.7. Cable de perforación:	30
2.5.1.8. Bloque viajero:	31
2.5.1.9. Gancho:.....	31
2.5.1.10. Elevadores:	31
2.5.1.11. Cuñas:.....	32
2.5.2. SISTEMA DE ROTACIÓN	33
2.5.2.1. Sarta de perforación:.....	34
2.5.2.2. Broca:.....	34
2.5.2.3. Drill Collar:.....	35
2.5.2.4. Unión Giratoria “Swivel”:	35
2.5.2.5. Cuadrante o “Kelly”:	35
2.5.2.6. Mesa Rotaria:	35
2.5.2.7. Buje del cuadrante:	36
2.5.2.8. Llaves Hidráulicas y Manuales:.....	36

A.	Clasificación de las Llaves Hidráulicas.....	38
	Llave hidráulica de revestidor	38
B.	Funcionamiento de la llave hidráulico.....	41
C.	Sistema Hidráulica del Carrier.....	43
	Motor.....	44
	PTO (Power take off)	46
	Bomba Hidráulica.....	47
	Mangueras Hidráulicas	48
	Aceite hidráulico.....	53
D.	Partes de la Llave hidráulica	56
	Sistema de Transmisión Hidráulica.....	63
	Engranaje.....	63
	Sistema de Mordazas	65
	Recomendaciones Básicas.....	66
	Procedimiento Operativo Puesto por Puesto	67
2.5.3.	Sistema de Circulación.....	74
2.5.4.	Sistema de Generación y Transmisión de Potencia	76
2.5.4.1.	Transmisión de potencia mecánica:.....	77
2.5.4.2.	Transmisión de potencia eléctrica:.....	77
2.5.5.	Sistema de Prevención de Reventones o Surgencias.....	78
2.5.5.1.	NIPLE CAMPANA (BELL NIPPLE):	79
2.5.5.2.	PREVENTOR DE TUBERÍA:	80
2.5.5.3.	PREVENTOR DE CIZALLAS:	80
2.5.5.4.	PREVENTOR CIEGO (BLIND RAMS):	80
2.5.5.5.	PREVENTOR FIJO (PIPE RAM):.....	81
2.5.5.6.	CARRETO DE PERFORACIÓN:	81
2.5.5.7.	LÍNEA DE MATAR:	81
2.5.5.8.	ACUMULADOR:.....	81
3.	NORMAS ECUATORIANAS Y NORMAS API	84
3.1.	Constitución de la República del Ecuador	85

3.2. Ley de Hidrocarburos	88
3.3. Estatuto por Procesos ARCH	93
3.4. API RP 4G: "Funcionamiento, inspección, mantenimiento y reparación de equipos de perforación y estructuras de reacondicionamiento de pozos"	94
3.5. API RP 9B "Prácticas recomendadas sobre la aplicación, cuidado y uso del cable"	96
3.6. API RP 7G "Práctica recomendada para la construcción y funcionamiento de los límites de la barra de perforación"	97
3.7. API SPEC 5CT "Especificaciones para tubería de revestimiento y tubería de producción"	100
3.8. Calculo de torque.....	100
3.9 Decreto ejecutivo 2393 "Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo"	108
4. Análisis de Resultados.....	113
4.1. Norma PETROECUADOR SI – 003	113
4.1.1. Permisos de Trabajo	113
4.1.1.1. Procedimiento para la emisión de los permisos de trabajo ...	113
4.1.1.2. Ejecución de trabajo.....	115
4.1.1.3. Finalización del trabajo.....	116
4.1.1.4. Disposiciones Generales.....	117
4.2. Propuesta Del Manual De Inspección y Mantenimiento De La Llave Hidráulica, Usada En El Proceso De Reacondicionamiento De Pozos Petroleros En La Industria Hidrocarburifera Del Ecuador	118
4.2.1. Objetivo	118
4.2.2. Metodología.....	118
4.2.3. Equipo De Seguridad Industrial.....	118
4.2.4. Permisos De Trabajo Para Operar En Los Campos.....	120
4.2.5. ATS (Análisis de Trabajo Seguro)	120
4.2.6. Problemas En La Llave Hidráulica.....	123
4.2.7. Manual de Inspección.....	127
4.2.7.1. Inspección Diaria.....	127

4.2.7.2. Inspección Semanal	128
4.2.7.3. Inspección Mensual	128
4.2.8. Check List Para La Inspección De La Llave hidráulica	129
4.2.9. Lubricación	133
4.2.9.1. Puntos de lubricación	135
5. Conclusiones y Recomendaciones	137
5.1. Conclusiones	137
5.2. Recomendaciones	139
6. Bibliografía	142

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1: Evolución del Mantenimiento	8
FIGURA 2: Inspección Visual	15
FIGURA 3: Tintas Penetrantes	18
FIGURA 4: Partículas Magnéticas.....	20
FIGURA 5: Ultrasonico	21
FIGURA 6: Radiografía	22
FIGURA 7: Torre de Perforación	23
FIGURA 8: Sistema de levantamiento.....	24
FIGURA 9: Torre de Perforación	25
FIGURA 10: Base.....	26
FIGURA 11: Subestructura y Piso del Taladro	27
FIGURA 12: Bloque Corona	27
FIGURA 13: Encuelladero	28
FIGURA 14: Malacate	29
FIGURA 15: Componentes del cable de Perforación.	30
FIGURA 16: Bloque Viajero.....	31
FIGURA 17: Elevador.....	32
FIGURA 18: Cuñas.....	33
FIGURA 19: Sistema de Rotación.	33
FIGURA 20: Sarta de perforación.....	34
FIGURA 21: Broca.....	34
FIGURA 22: Swivel.....	35
FIGURA 23: Mesa Rotaria.....	36
FIGURA 24: Buje del Cuadrante	36
FIGURA 25: Llave Hidráulica.....	37
FIGURA 26: Llave Hidráulica.....	42

FIGURA 27: Carrier	44
FIGURA 28: Motor Cummis 444.....	45
FIGURA 29: Coraza del Motor Cummis 444.....	45
FIGURA 30: PTO.....	46
FIGURA 31: PTO.....	47
FIGURA 32: Mando de la llave hidráulica.....	48
FIGURA 33: Manguera hidráulica.....	49
FIGURA 34: Manguera hidráulica.....	50
FIGURA 35: Manguera hidráulica.....	51
FIGURA 36: Manguera hidráulica.....	51
FIGURA 37: Manguera hidráulica.....	52
FIGURA 38: Manguera hidráulica.....	52
FIGURA 39: Partes de Llave Hidráulica y Contrallave	56
FIGURA 40: Partes de Llave Hidráulica	60
FIGURA 41: Partes de la transmisión de Llave Hidráulica	64
FIGURA 42: Posición de las mordazas para destorquear	65
FIGURA 43: Posición de las mordazas para torquear	66
FIGURA 44: Curva de torque Rig EA-12 Espinel y Asociados	72
FIGURA 45: Curva de torque Rig FD-11 Fast Drilling	73
FIGURA 46: Sistema de Circulación	74
FIGURA 47: Bomba de Lodos.....	75
FIGURA 48: Tanque de Lodos.	75
FIGURA 49: Caseta de químicos.	76
FIGURA 50: Generadores.	77
FIGURA 51: BOP	79
FIGURA 52: Tanque de Lodos.	80
FIGURA 53: Acumulador.....	82
FIGURA 54: Pirámide de Kelsen	84
FIGURA 55: Posición de la torre para la colocación de la Llave Hidráulica	96
FIGURA 56: Medidas de Conectores	98

FIGURA 57: Identificación de la tubería según norma API.....	99
FIGURA 58: Variables que intervienen en el cálculo del torque según norma API RP 7G	104
FIGURA 59: EPP (Equipo de Protección Personal)	120
FIGURA 60: Puntos de lubricación de la llave hidráulica.	135
FIGURA 61: Puntos de lubricación de la llave hidráulica	135

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1: Tipo de pruebas NDT	15
Tabla 2: Especificaciones Llave hidráulica de revestidor	38
Tabla 3: Especificaciones Llave hidráulica de sarta de perforación	39
Tabla 4: Especificaciones Llave hidráulica de tubería	40
Tabla 5: Especificaciones Llave hidráulica y Contrallave ECKEL	43
Tabla 6: Partes de Llave Hidráulica y Contrallave	57
Tabla 7: Partes de Llave Hidráulica.....	61
Tabla 8: Procedimiento Operativo Puesto por Puesto.....	67
Tabla 9: Medidas Estándar para conexiones	97
Tabla 10: Tabla A-1 Norma API RP 7G.....	105
Tabla 11: Tabla # 16 Norma API SPEC 7	106
Tabla 12: Tabla # 25 Norma API SPEC 7	107
Tabla 13: Problemas Asociados a la Llave Hidráulica.....	123
Tabla 14: Check List de la Llave Hidráulica	129
Tabla 15: Lubricación de la Llave Hidráulica.....	134

ÍNDICE DE ECUACIONES

	PÁGINA
Ec. [1]: Potencia.....	46
Ec. [2]: Torque.....	101
Ec. [3]: Área (Ab).....	102
Ec. [4]: Área con ranuras de alívio (Ap)	102
Ec. [5]: Área sin ranuras de alívio (Ap).....	103

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO # 1: EP Petroecuador permiso de trabajo en caliente	146
ANEXO # 2: EP Petroecuador permiso de trabajo en caliente y en frío	147
ANEXO # 3: Rio Napo permiso de trabajo para intervención de pozos.....	148
ANEXO # 4: Petrobell permiso de trabajo para intervención de pozos	149
ANEXO # 5: Ubicación del equipo de Work-Over.....	150
ANEXO # 6: Torque recomendado para tubería utilizada diariamente.	151

RESUMEN

El presente trabajo estará encaminado al mantenimiento preventivo e inspección de la llave hidráulica en operaciones de Mantenimiento y rehabilitación de pozos (Work-Over), además se realizara un formulario de inspección para llevar un correcto seguimiento de dicho equipo, tanto visual como físico. La propuesta facilita el manejo de la información referente a este problema, con las funcionalidades necesarias para gestionar su buen mantenimiento y registro del mismo. Esto permitirá a la ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera del Ecuador) a controlar que las empresas estén operando sus equipos en buenas condiciones y apegándose a las normas API.

En el capítulo 2 identificamos los parámetros necesarios en la operación de la herramienta, esto ayudara a que el personal se familiarice con los equipos que están utilizando y para con esto disminuir accidentes laborales que casi siempre son por desconocimiento.

En el capítulo 3 revisamos una serie de normas API que nos ayudaran a informarnos y con esto poder realizar un check list basado en normas internacionales que ayudaran a que las herramientas tengan una vida útil más larga.

En el capítulo 4 realizaremos nuestro check list con la suficiente información seleccionada a lo largo de este trabajo, mostraremos una serie de problemas que se pueden presentar en el trabajo para complementar nuestro conocimiento y poder actuar y tomar medidas.

Finalmente se presentaran las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

ABSTRACT

This work will be aimed at preventive maintenance and inspection of hydraulic Power Tong operations Maintenance and rehabilitation of wells (Work-Over), plus an inspection form will be made to take proper monitoring of the equipment, both visually and physically. The proposal facilitates the management of information on this problem with the skills to manage its proper maintenance and registration of the same functionality. This will allow the ARCH (Agency for Regulation and Control of Hydrocarbon Ecuador) to check that the companies are operating their equipment in good condition and adhere to API standards.

In Chapter 2 we identify the necessary parameters in the operation of the tool, this will help familiarize staff with the equipment they are using and with this decrease accidents are almost always due to ignorance.

In chapter 3 we review a number of API standards we help to inform and to perform this check list based on international standards that help tools have a longer shelf life.

In Chapter 4 we make our check list sufficiently selected along this job information, show a number of problems that can occur at work to complement our knowledge and power to act and take action.

Finally, conclusions and recommendations of the work done will be presented.

INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

El petróleo, líquido oleoso bituminoso de origen natural, compuesto principalmente por diferentes sustancias orgánicas, también se le puede denominar como petróleo crudo, crudo petrolífero o sencillamente crudo. Se encuentra en grandes porciones bajo la superficie terrestre y es utilizado como combustible y materia prima para la industria química.

En la actualidad el petróleo se emplea para lograr la movilidad por tierra, mar y aire, sus derivados se utilizan para fabricar medicinas, fertilizantes, productos alimenticios, objetos de plástico, materiales de construcción, pinturas, textiles, y para generar electricidad.

A pesar de ser crecientes las alternativas energéticas con el uso de recursos renovables, para el desarrollo social y tecnológico, aún existe una dependencia, casi total de este preciado líquido. Sin embargo, su explotación continua y creciente conduce inequívocamente a su agotamiento, principalmente en los yacimientos terrestres conocidos y a una inestabilidad en los precios. Ante tal situación el siguiente paso lógico es buscar yacimientos alejados o más profundos, o tal vez pozos horizontales más lejanos o también dar un mantenimiento de pozo adecuado para los diferentes yacimientos.

Una complejidad se le suele asociar a un problema, se ve entonces un problema como complejo cuando parece que se puede elegir entre varias soluciones y que tendría que compararlas para elegir la más apropiada.

Uno de estos problemas es el mantenimiento de los equipos, cuando las empresas empiezan en el campo de rehabilitación de pozos y perforación se encuentran con que a un determinado tiempo se debe realizar un debido mantenimiento a los equipos, estos no son eternos pero si se los maneja de

mejor forma, no abusando de rendimiento y llevando un registro adecuado de cada mantenimiento tendrán una vida útil más larga y se trabajara sin problemas.

El presente trabajo estará encaminado al mantenimiento preventivo e inspección de la llave hidráulica en operaciones de Mantenimiento y rehabilitación de pozos (Work-Over), además se realizara formularios para llevar un correcto seguimiento de dicho equipo, tanto visual como físico. La propuesta facilita el manejo de la información referente a este problema, con las funcionalidades necesarias para gestionar su buen mantenimiento y registro del mismo. Esto permitirá a la ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera del Ecuador) a controlar que las empresas estén operando sus equipos en buenas condiciones y apegándose a las normas API.

La gran cantidad de empresas que trabajan en el Mantenimiento y Rehabilitación de pozos han hecho una gran inversión para adquirir los equipos para dichas actividades, por esta razón han obligado al personal a enfatizar al mantenimiento de los equipos debido a la necesidad de poseer unas buenas condiciones en el taladro y en cada uno de los equipos, ya que el cuidado de los equipos ayudara a conservar una larga vida útil.

Los trabajadores de las empresas pueden trabajar de una manera más segura debido a que los equipos están en buenas condiciones y con un buen mantenimiento, por esta razón pueden ser manipulados de una manera confiable.

Por último, el principal objetivo de este estudio es compartir no solo a las compañías que trabajan en el campo, sino también a los estudiantes o personas que deseen saber sobre el tema.

1.1. PROBLEMA

¿Un manual de mantenimiento preventivo y formularios de inspección a la llave hidráulica en operaciones de rehabilitación y mantenimiento de pozos (Work-Over) y perforación garantizan el correcto funcionamiento y a larga la vida útil de los equipos?

Con el objetivo de garantizar el buen funcionamiento de la llave hidráulica en las operaciones de Work-Over y perforación es importante determinar el estado del equipo primero esto lo haremos con la ayuda de los trabajadores que a lo largo del tiempo han ganado experiencia y conocimiento en las fallas que este puede tener, esta evaluación se la debe realizar constantemente cada determinado tiempo, mediante la inspección y certificación.

Las malas experiencias registradas a lo largo de la industria petrolera en operaciones de rehabilitación de pozos han demostrado lamentables pérdidas humanas debido a la utilización de equipos viejos que no han tenido ningún tipo de mantenimiento a lo largo de su vida útil la cual se acorta por el mismo hecho.

1.2. JUSTIFICACION

Debido a la gran cantidad de problemas que se presenta si no hay un debido mantenimiento preventivo que anticipe el cambio de partes o dar otro tipo de mantenimiento se presentó la idea de realizar un manual de inspección y mantenimiento de la llave hidráulica, esto ayudara al control eficiente del funcionamiento del equipo en operaciones de reacondicionamiento y mantenimiento de pozos y perforación que por ende repercutirá beneficiosamente en los trabajos de las empresas.

Existen compañías nuevas y pequeñas que se dieron cuenta que necesitaba un plan de mantenimiento preventivo y formularios de inspección, este manual es pensado para dichas empresas que no tienen un plan de mantenimiento para la llave hidráulica, ni un seguimiento de los mismos, esto contara con la ayuda de varios trabajadores que con su experiencia nos guiaran por un buen camino.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

Analizar la normativa técnica pertinente para la implementación de un manual de inspección y mantenimiento de la llave hidráulica, usada en el proceso de perforación y reacondicionamiento de pozos petroleros en la industria hidrocarburífera del Ecuador.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el funcionamiento, características y operación del equipo llave hidráulica en el taladro de Mantenimiento y Reacondicionamiento de pozos petroleros.
- Realizar una breve inspección de la llave hidráulica en un taladro de reacondicionamiento de pozos en el oriente ecuatoriano, para evaluar su estado actual.
- Analizar la normativa técnica pertinente para el uso, operación y mantenimiento de la llave hidráulica.

- Evaluar la inspección de la llave hidráulica e implementar un manual técnico sobre la misma que ayudara a inspecciones más eficientes en el futuro.

- Diseñar formularios de inspección o check list basadas en las normas pertinentes para inspección y mantenimiento de la llave hidráulica utilizada en operaciones de perforación y reacondicionamiento de pozos petroleros.

MARCO TEORICO

2. REVISION LITERARIA

2.1. MANTENIMIENTO

Es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas. La función empresarial que por medio de sus actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones. La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones:

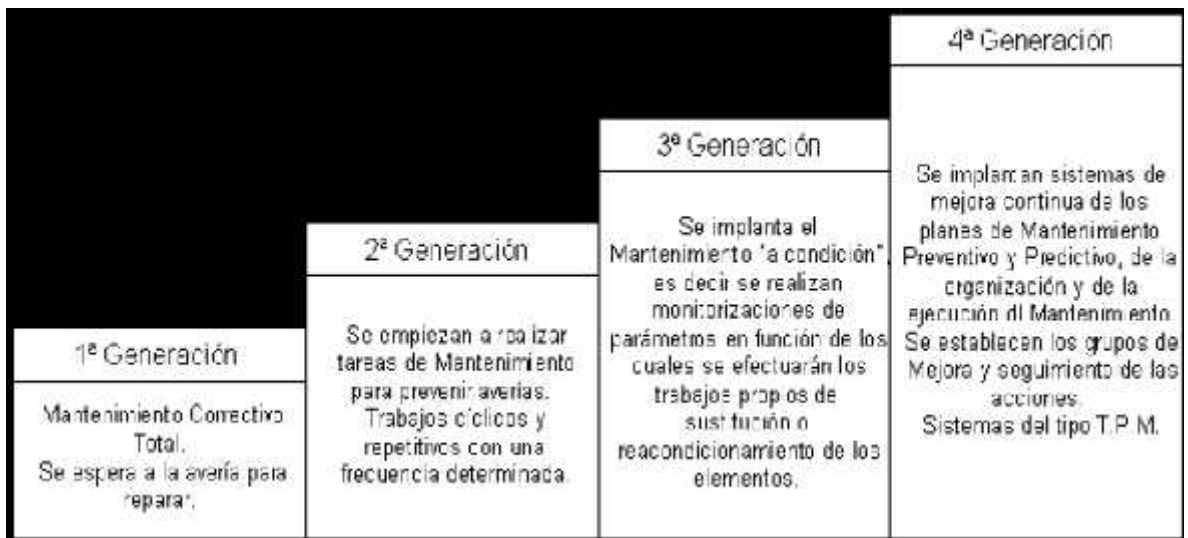


FIGURA 1: Evolución del Mantenimiento
(Operations Management Encyclopedia, 2013)

2.1.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Es una de las herramientas más poderosas para impedir interrupciones en la operación de máquinas y equipos.

Se lleva a cabo cuando una máquina o partes de una máquina, son revisadas de modo general sin prestar atención al estado de las partes. Aun siendo mejor que el mantenimiento correctivo es costoso por el excesivo tiempo de parada requerido para las revisiones y por el costo de sustituir piezas en buenas condiciones junto con piezas ya desgastadas.

El mantenimiento preventivo tiene muchas ventajas, las cuales permiten detectar fallos repetitivos, disminuir los tiempos muertos por paradas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparación, detectar puntos débiles en la instalación etc.

El mantenimiento preventivo en general se ocupa de la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo antes de continuar sus operaciones, este tipo de mantenimiento ayuda a reducir los tiempos que se generan por mantenimiento correctivo.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar las consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que ocurran.

2.1.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO:

- Mantener los equipos e instalaciones operando en un porcentaje óptimo de tiempo y confiabilidad.

- Preservar las instalaciones o equipos con el propósito de que trabajen dentro de los límites del diseño, con el menor número de fallas posibles.

2.1.3. NECESIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Un programa bien diseñado, produce beneficios, que justifican el costo invertido en éste, aun cuando es difícil evaluar tales beneficios, motivado a las diferentes condiciones de las distintas instalaciones.
- El mantenimiento preventivo no es suficiente para disminuir los costos de mantenimiento, sino que existen otras funciones mayores que se deben tener en cuenta para aportar un eficiente programa, tales como un sistema administrativo (formas, records, informes, etc.), planificación y programación de los trabajos, adiestramientos, evaluación del trabajo, informes de control, etc.

2.1.4. VENTAJAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Menos mano de obra y menos partes o repuestos utilizados en estas operaciones, que en las de emergencia.
- Menos reparaciones mayores.
- Bajos costos por reparaciones sencillas realizadas antes de que se presente la emergencia.
- Eliminación de reemplazos prematuros de equipos.
- Menos equipos de emergencia instalados.
- Disminución de los costos de mantenimiento.

- Con las investigaciones se pueden corregir las causas de uso indebido, mala operación o un equipo obsoleto.
- Cambio de mantenimiento ineficiente, a un mantenimiento programado menos costoso y a un mejor control de trabajo.
- Mejor control de los repuestos, que conllevan a un inventario mínimo.
- Mayor seguridad para los operarios.

2.1.5. GUIA PARA LOCALIZAR Y SOLUCIONAR PROBLEMAS:

- Identificar y describir la causa.
- Analizar los síntomas que se observen y registrarlos.
- Listar las causas probables y sus soluciones.
- Evaluar la lista completa de causas probables y sus soluciones.
- Actuar de acuerdo a las necesidades para la corrección de los problemas.

2.1.6. MANTENIMIENTO GENERAL DEL TALADRO DE WORK-OVER:

- Todas las herramientas deben colocarse en lugares propios.
- La locación debe mantenerse limpia todo el tiempo.

- Los jefes de equipo y supervisores deben vigilar que el taladro se mantenga limpio.
- El buen cuidado de un taladro es responsabilidad de cada miembro de la cuadrilla.
- Revisar continuamente los equipos que se utilizan frecuentemente como los que se utilizan ocasionalmente, para no tener pérdidas humanas como problemas operacionales.
- Tener una adecuada limpieza y pintada a los equipos de reacondicionamiento de pozos.

2.2. INSPECCION

2.2.1. PROGRAMA DE INSPECCION:

Un buen programa de mantenimiento debe incluir la mayor parte de las propiedades físicas del equipo.

2.2.2. CATEGORIAS DE INSPECCION:

Las categorías de inspección están definidas en la Norma API RP 8B “Recommended Practice for Procedures for inspection, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Hoisting Equipment”

2.2.2.1. Categoría I:

En esta categoría se observa la herramienta antes, durante y después de su operación con el fin de detectar indicios de desempeño inadecuado.

Cuando el equipo está en uso, se debe inspeccionar diariamente buscando fisuras, conexiones o montajes desajustados, elongación de partes y otras señales de corrosión, desgaste o sobrecarga. También se le debe realizar una prueba de operatividad de la herramienta para verificar el funcionamiento de los mecanismos de apertura y cierre, movilidad de componentes, entre otros.

La herramienta debe ser inspeccionada visualmente por personal que conozca las características y funcionamiento de la misma. Además, a las herramientas que se le diagnostiquen fisuras, desgastes excesivos, deben ser retiradas de manera inmediata para someterlas a un ensayo de categoría superior a la que esté siendo evaluada.

2.2.2.2. Categoría II:

Adicional a la categoría I esta inspección consiste en la búsqueda exhaustiva de corrosión, deformaciones, componentes sueltos o faltantes, deterioro, lubricación inadecuada, fisuras externas visibles y ajuste.

2.2.2.3. Categoría III:

Adicional a la categoría II esta inspección se le realizan pruebas no destructivas de las áreas y partes críticas de las herramientas, pudiendo requerir un desarme parcial para acceder a componentes específicos e identificar desgaste que exceda los criterios de tolerancia del fabricante.

2.2.2.4. Categoría IV:

Incluye categoría III más una inspección adicional para la cual se desarma el equipo en la medida de lo necesario para realizar una prueba no destructiva de todos los componentes primarios que soportan la carga según lo define el fabricante.

2.3. PRUEBAS NO-DESTRUCTIVAS

Son pruebas o ensayos de carácter NO destructivo, que se realizan a los materiales, ya sean estos metales, plásticos (polímeros), cerámicos o compuestos.

Las principales aplicaciones de las PND (Pruebas No Destructivas) se encuentran en:

- Detección de discontinuidades (internas y superficiales).
- Determinación de composición química.
- Detección de fugas.
- Medición de espesores y monitoreo de corrosión.
- Adherencia entre materiales.
- Inspección de uniones soldadas.

Tabla 1: Tipo de pruebas NDT

TIPO DE PRUEBA	ABREVIACION EN ESPAÑOL	ABREVIACION EN INGLÉS
Inspección Visual	IV	VI
Líquido Penetrantes	LP	PT
Pruebas Magnéticas, Principalmente Partículas magnéticas	PM	MT
Ultrasonido	UT	UT
Pruebas Radiográficas	RX	RT

2.3.1. INSPECCION VISUAL:

El ojo humano recibe ayuda de algún dispositivo óptico, ya sea para mejorar la percepción de las imágenes recibidas por el ojo humano (anteojos, lupas, etc.) o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso.



FIGURA 2: Inspección Visual
(ITTSA, 2013)

El sistema de inspección visual preventiva para el aseguramiento de calidad de los procesos de fabricación y montaje de construcciones metálicas es la base para realizar pruebas no destructivas ya que esta prevé las condiciones de la herramienta, la cual debe ser efectuada por personal técnico capacitado y experimentado. Además es una técnica recomendada para comprobar la integridad superficial de un material, es conveniente usarla cuando es necesario detectar discontinuidades que estén en la superficie abierta a profundidades menores de 3 mm.

Dentro de las normas de certificación de personal que involucran este ensayo se encuentran la ISO-9712 y la ANSI/ASNT CP-189.

Según los instrumentos que se utilicen como ayuda a la visión, y la distancia (o el acceso) que se tenga entre el inspector y el objeto de estudio, la Inspección Visual se puede dividir en dos grupos:

- Inspección Visual Directa

- Inspección Visual Remota

La inspección visual directa se hace a una distancia corta del objeto, aprovechando al máximo la capacidad visual natural del inspector. Se usan lentes de aumento, microscopios, lámparas o linternas, y con frecuencia se emplean instrumentos de medición como calibradores, micrómetros y galgas para medir y clasificar las condiciones encontradas.

La inspección visual remota se utiliza en aquellos casos en que no se tiene acceso directo a los componentes a inspeccionar, o en aquellos componentes en los cuales, por su diseño, es muy difícil ganar acceso a sus cavidades internas.

Este tipo de inspección es muy usada en la industria para verificar el estado interno de los motores recíprocos, las turbinas estacionarias, compresores,

tuberías de calderas, intercambiadores de calor, soldaduras internas, tanques y válvulas entre otros.

2.3.2. LIQUIDOS PENETRANTES:

Existen dos tipos básicos de líquidos penetrantes, fluorescentes y no fluorescentes. La característica distintiva principal entre los dos tipos es:

- Los líquidos penetrantes fluorescentes contienen un colorante que fluoresce bajo la luz negra o ultravioleta.
- Los líquidos penetrantes no fluorescentes contienen un colorante de alto contraste bajo luz blanca.

Esta prueba al realizarla correctamente, nos permite detectar gran variedad de defectos como picaduras, poros, fisuras, producidos por fatiga o esfuerzos térmicos y fugas en recipientes herméticos, también se determinan las diferentes discontinuidades como relevantes y no relevantes, para de esta manera evaluar las discontinuidades para reparar o descartar una pieza.

Aunque para su utilización no se requiere de un gran entrenamiento o una larga trayectoria en la labor, es recomendable que esta técnica sea aplicada por un inspector certificado como Nivel II bajo una norma internacional reconocida (CP-189, NAS-410, ISO-9712), ya que los resultados obtenidos en cada prueba dependen totalmente de la rigurosidad y el cuidado que se tenga durante todos los pasos de la inspección. Así mismo, la interpretación de los resultados, a menudo requiere de cierta experiencia, y depende del material que se vaya a examinar. La mayoría de las normas internacionalmente aceptadas como ASME, API y AWS; y los manuales de mantenimiento de algunos equipos

(National Oilwell Varco, Falcon, American Block) exigen la certificación del personal que realiza la inspección.

Además estos líquidos penetrantes permiten inspeccionar materiales metálicos (ferrosos y no ferrosos), plásticos, cerámicos, vidrios, acrílicos, etc. El requerimiento para realizar esta inspección es que la superficie del material no sea demasiado porosa, puesto que podría ser imposible detectar las discontinuidades marcadas por la tinta y se vuelve complejo diferenciar el desgaste superficial de la pieza.

Cabe aclarar que este método solo se usa para detectar defectos superficiales y no poros o fisuras internas.

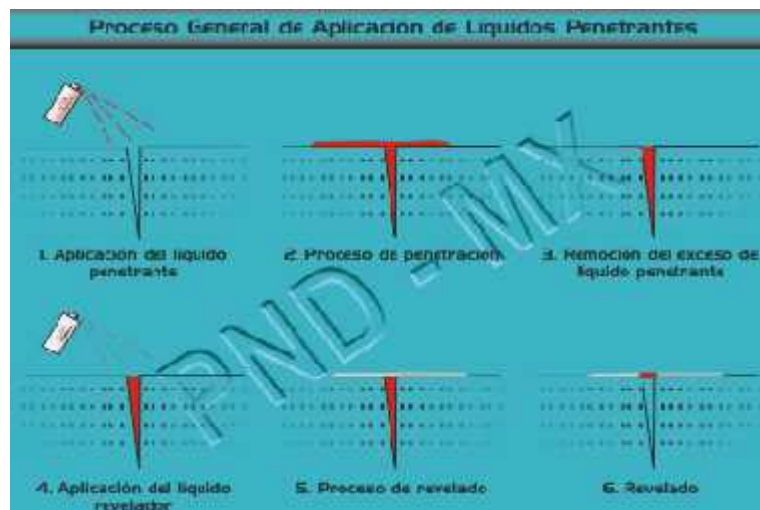


FIGURA 3: Tintas Penetrantes
(ISOTEC, 2013)

2.3.3. PARTÍCULAS MAGNÉTICAS:

Este método se basa en el principio físico conocido como magnetismo, el cual exhibe principalmente los materiales ferrosos como el acero y, consiste en la capacidad o poder de atracción entre metales. Es decir, cuando un metal es magnético, atrae en sus extremos o polos a otros metales igualmente magnéticos o con capacidad para magnetizarse.

Mediante este ensayo se puede lograr la detección de defectos superficiales y subsuperficiales (hasta 3 mm debajo de la superficie).

La aplicación del ensayo de Partículas Magnéticas consiste básicamente en magnetizar la pieza a inspeccionar, aplicar las partículas magnéticas (polvo fino de limaduras de hierro) y evaluar las indicaciones producidas por la agrupación de las partículas en ciertos puntos. Este proceso varía según los materiales que se usen, los defectos a buscar y las condiciones físicas del objeto de inspección.

Esta prueba se realiza para detectar discontinuidades superficiales y en algunas ocasiones sub-superficiales, y solo se puede hacer en materiales ferromagnéticos. También para detectar discontinuidades en las soldaduras y daños por fatiga. Existen dos medios por los cuales las partículas magnéticas son aplicadas, estos son: vía húmeda y vía seca.

Cuando las partículas se aplican en vía húmeda, se encuentran suspendidas en un medio líquido tal como el aceite o el agua. Por otro lado las partículas magnéticas vía seca, se encuentran suspendidas en aire.

Hay dos tipos de partículas magnéticas, aquellas que son visibles con luz blanca natural o artificial y aquellas cuya observación debe ser bajo luz negra o ultravioleta, conocidas como partículas magnéticas fluorescentes.

Al igual que en la mayoría de los pruebas no destructivas, en la inspección con partículas magnéticas intervienen muchas variables (corriente eléctrica, dirección del campo, tipo de materiales usados, etc.), las cuales deben ser correctamente manejadas por el inspector para obtener los mejores resultados. Por esta razón las normas MIL, ASTM, API, AWS y ASME entre muchas otras, y los manuales de mantenimiento de las aeronaves, exigen la calificación y certificación del personal que realiza este tipo de pruebas, con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados y así contribuir a la calidad del producto. Entre las regulaciones más conocidas de certificación de personal se encuentran: NAS-410, ISO 9712, SNT– TC–1A, ANSI/ASNT CP-189.



FIGURA 4: Partículas Magnéticas
(ITTSA, 2013)

2.3.4. ULTRASONIDO:

Este método de ultrasonido se basa en la generación, propagación y detección de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales. El sonido o las vibraciones, en forma de ondas elásticas, se propaga a través del material hasta que se pierde por completo su intensidad o hasta que topa con una interfase, es decir algún otro material tal como el aire o el agua y, como consecuencia, las ondas pueden sufrir reflexión, refracción, distorsión. Que se

traducen en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación de las ondas originales.

Esta prueba se realiza para probar productos metálicos y no metálicos, entre estos se encuentran las soldaduras, moldeados, fraguados, laminas, tuberías, plásticos y cerámicas.

Por ultrasonido es posible determinar presencia de discontinuidades (grietas, poros, etc.), inspección de soldaduras, medición de espesores de pared y percibir la condición interna del material en cuestión.

Una de las ventajas de la prueba con ultrasonido es, el gran poder de penetración, inspección volumétrica y de la cara opuesta del material, gran sensibilidad para pequeñas discontinuidades, precisión en la ubicación y el dimensionamiento de discontinuidades.

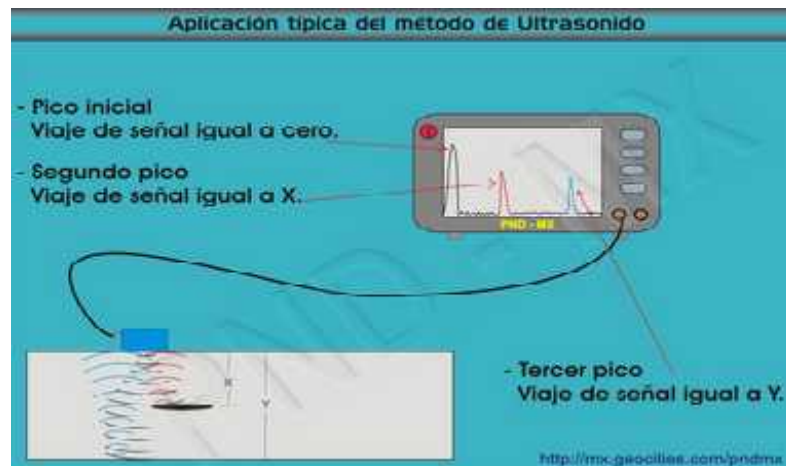


FIGURA 5: Ultrasonico
(ITTSA, 2013)

2.3.5. RADIOGRAFIA:

El equipo necesario para realizar una prueba radiográfica puede representar una seria limitación si se considera su costo de adquisición y mantenimiento.

Más aun, dado que en este método de prueba se manejan materiales radiactivos, es necesario contar con un personal calificado, permiso autorizado para su uso, así como también, con detectores de radiación para asegurar la integridad y salud del personal que realiza las pruebas radiográficas.

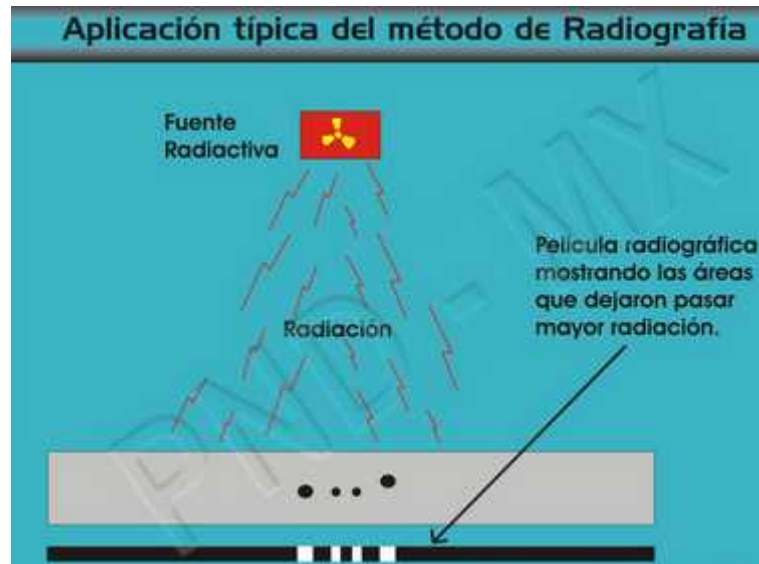
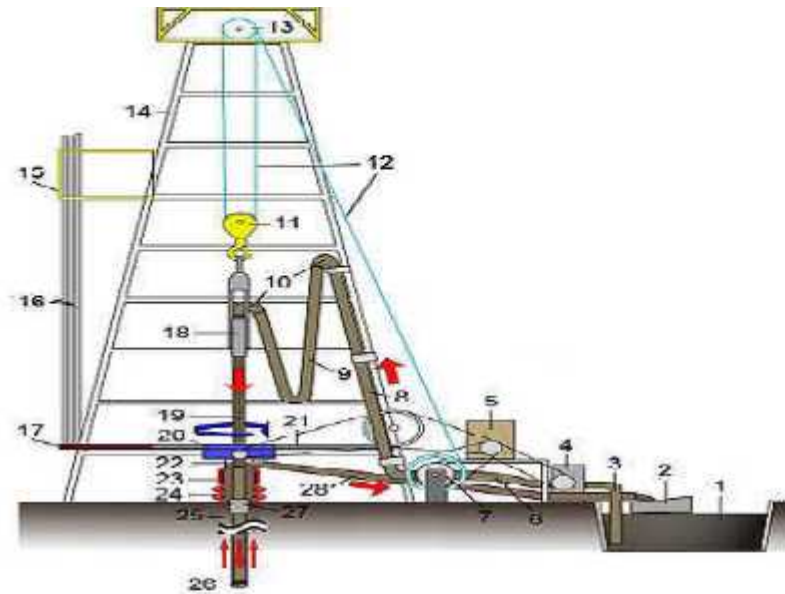


FIGURA 6: Radiografía
(ITTSA, 2013)

2.4. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE POZOS.

Es una estructura grande que soporta mucho peso, está formado por una unidad móvil que lo transporta, la altura de la torre no influye en la capacidad de carga del taladro, pero si influye en las secciones de tubería que se pueden sacar del hoyo sin tener que desconectarlas (parejas o triadas). Esto se debe a que el Bloque Corona debe estar a suficiente altura de la sección para permitir sacar la sarta del hoyo y almacenarla temporalmente en los peines del encuelladero cuando se saca para cambiar la operación.



1. Tanque de lodo.	11. Aparaje	21. Piso de perforación
2. Zaranda	12. Cable del aparejo	22. Niple campana
3. Línea de succión de la bomba de lodo	13. Bloque corona	23. Válvula (BOP) anular
4. Bomba de lodo	14. Estructura	24. Válvula (BOPs) ciega y de tubería
5. Motor	15. Piso del encuellador	25. Sarta de perforación
6. Manguera de la bomba	16. Tubería	26. Broca
7. Carrete del aparejo	17. Bandeja	27. Casing
8. Tubería de lodo	18. Top Drive	28. Línea de retorno de lodo.
9. Manguerote	19. Tubería de perforación	
10. Cuello de Ganso (Goose-neck)	20. Mesa rotativa	

FIGURA 7: Torre de Perforación

(ARCH, 2013)

2.5. SISTEMAS Y COMPONENTES DEL TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS:

Estos equipos de Work Over funcionan bajo 5 sistemas, los cuales se agrupan para formar un óptimo trabajo, estos sistemas son: de levantamiento, de potencia, de circulación, rotatorio y de prevención de reventones, la clasificación de estos equipos está basada en los caballos de potencia del motor (Hp) y la capacidad de carga (Ton).

2.5.1. SISTEMA DE SOPORTE ESTRUCTURAL Y ELEVACIÓN

Este sistema soporta el sistema rotatorio en la perforación del pozo, y está constituido por el equipo necesario para levantar, bajar y suspender los pesos enormes que el sistema rotatorio utiliza. Este sistema tiene dos subcomponentes principales: la estructura de soporte, que consiste en un armazón de acero que sostiene el conjunto de maquinarias y equipos; y el equipo especializado de elevación, que se utiliza para elevar, bajar y suspender la sarta de perforación o de producción.

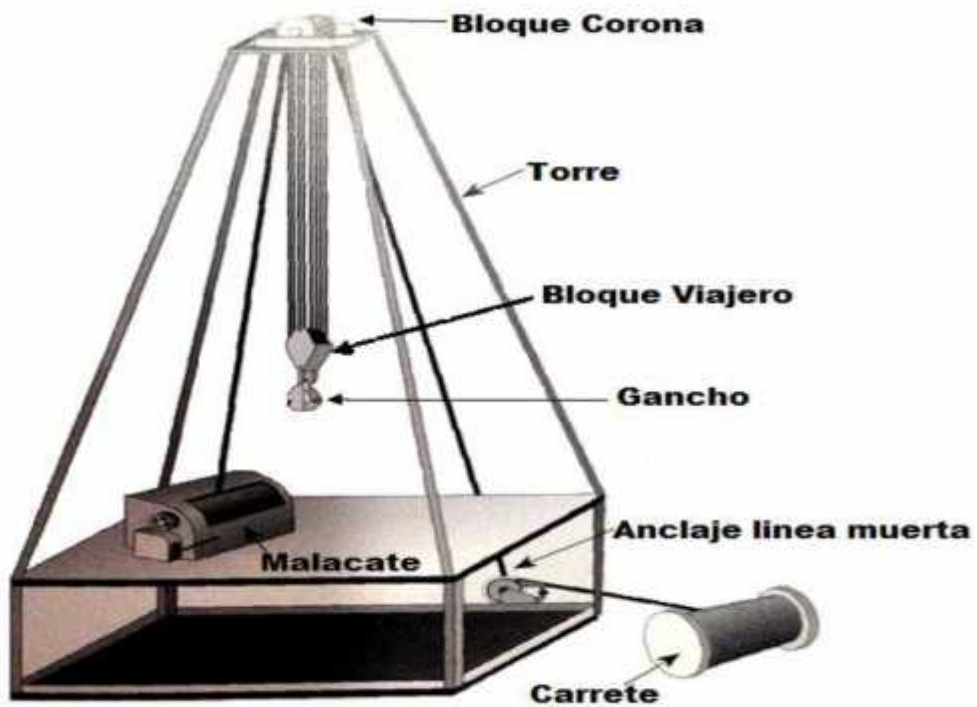


FIGURA 8: Sistema de levamiento.

(A primer of Oilwell service, 2014)

2.5.1.1. Mástil:

Es la llamada propiamente torre de perforación. Consiste de una estructura de acero, parecida a una torre, que soporta muchos metros de tubería de perforación que a menudo pesa más de 100 toneladas. Una torre estándar es una estructura con cuatro patas de apoyo que descansan sobre el piso del taladro y permite el funcionamiento del equipo de elevación, ésta se ensambla pieza a pieza cada vez que se perfora un pozo. En contraste, el mástil es ensamblado una sola vez cuando es fabricado y se traslada a una nueva locación parcialmente pre ensamblado.



FIGURA 9: Torre de Perforación

2.5.1.2. Subestructura:

Es la parte inferior de la torre que está debajo del piso de perforación. Es un conjunto de vigas resistentes que debe soportar el mástil, los equipos elevadores y el sistema de rotación. Esta estructura provee espacio debajo de la torre para instalar grandes válvulas de seguridad, el impide reventones BOP que evita la arremetida del pozo, la subestructura soporta todo el peso de la torre, el de la mecha rotatoria, el del bloque, el del cuadrante y de toda la sarta.



FIGURA 10: Base

2.5.1.3. Piso del taladro:

Es la cubierta colocada sobre el armazón de la subestructura y proporciona la plataforma de trabajo para la mayoría de las operaciones de perforación. Sobre el piso van los diferentes elementos de trabajo. Se encuentran equipos, motores, mesa rotatoria, la estructura de la casa del perforador y básicamente en su parte central el punto de armaje de la mesa rotatoria, aquí descansan además herramientas y tuberías que son llevadas para continuar las operaciones de perforación en su avance o cuando se sacan en viajes para trabajos específicos.



FIGURA 11: Subestructura y Piso del Taladro
(PETROBLOGGER, 2014)

2.5.1.4. La Corona:

Es la parte superior de la torre donde se instala un sistema de poleas fijas por donde pasan el cable de perforación hasta llegar al Bloque Viajero; este sistema soporta la carga total sobre la torre mientras se corre la tubería.



FIGURA 12: Bloque Corona

2.5.1.5. La Plataforma del encuelladero:

Es el piso del encuelladero que está debajo de la corona y es donde se maneja la tubería en orden y con seguridad para meterla o sacarla del hoyo, aquí el bloque viajero sube hasta la plataforma, donde el encuellador ya ha capturado y desplazado la parte superior de la pareja y termina enganchando y asegurando el cuello de pesca de la pareja al elevador del bloque. Luego el perforador procede a bajar la pareja para conectarla y después meterla al hoyo.



FIGURA 13: Encuelladero

2.5.1.6. Malacate:

Es un tipo especial de cabrestante o (winche) extra fuerte que eleva, baja y suspende el peso tremendo de la sarta de producción durante las operaciones. Por lo general, en una torre de perforación el malacate se encuentra localizado al lado de la mesa rotaria en el piso del taladro; pero en una torre de reacondicionamiento, por ser el piso pequeño el malacate está incorporado en una unidad móvil (camión).

El malacate, siendo un cilindro alrededor del cual del cable de perforación se devana, contiene una pieza llamada cabezal de fricción, conformada por el carrete de desenroscar en un extremo y el de enroscar en el otro. También tiene otros engranajes, cabezales y transmisiones para cambiar de dirección o de velocidad.

El freno principal es otro componente del malacate cuya función es parar el carretel y aguantarlo. Los frenos son unidades importantes del conjunto del malacate ya que de ellos depende parar el movimiento de cargas con mucho peso que se bajan al pozo. Cuando se hace un viaje redondo, los frenos están casi constantemente en uso. Por ello, deben tener una larga vida y deben diseñarse de modo que el calor generado al frenar, se disipe rápidamente.

Los frenos auxiliares son usados para ayudar a disipar la gran cantidad de calor generado durante el frenado. Dos tipos de frenos auxiliares, comúnmente usados son: tipo hidráulico y tipo electromagnético.



FIGURA 14: Malacate

2.5.1.7. Cable de perforación:

Es un cable de alambres, hechos de acero especial extra fuerte, con el cual todos los componentes del sistema de elevación se interconectan. Los cables utilizados para reacondicionamiento son de una pulgada de diámetro. Los cables de perforación están compuestos por:

- **ALAMBRE:** El componente básico del cable de acero es el alambre fabricado en diversos materiales según el uso a que se destina al cable.
- **CENTRO:** Es el miembro axial de cada cordón: puede estar hecho de fibras naturales o sintéticas. Puede constar de uno o de varios alambres.
- **CORDÓN:** Está formado por un número variado de alambres arrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas.
- **ALMA:** Es el eje central alrededor del cual se arrollan los torones. Puede ser de acero, fibras naturales o de propileno.
- **CABLE:** Torones unidos arrollados helicoidalmente alrededor del alma.

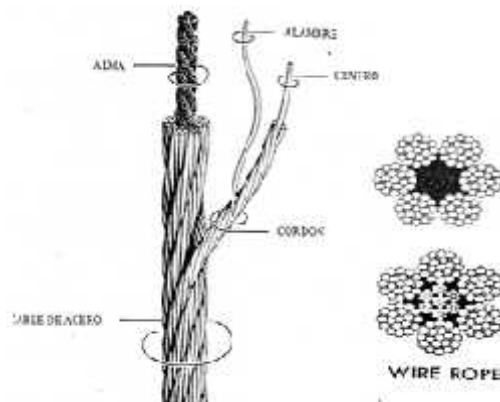


FIGURA 15: Componentes del cable de Perforación.

(LIFT, 2014)

2.5.1.8. Bloque viajero:

Es un conjunto de poleas que tiene cables enhebrados en sus canales, mediante las cuales el aparejo completo del bloque sube y baja dentro de la cabria o del mástil; por esta razón se lo conoce también como bloque de aparejo.



FIGURA 16: Bloque Viajero.

2.5.1.9. Gancho:

Es un implemento grande, parecido a un anzuelo localizado debajo del bloque viajero, del cual se suspenden la unión giratoria y la sarta de perforación, cuando es necesario durante las operaciones de perforación.

2.5.1.10. Elevadores:

Los elevadores son abrazaderas que sujetan firmemente la parada de tubería, ya sea de perforación, de revestimiento o de producción, o las varillas de

bombeo, de tal manera que la parada de tubería pueda ser descendida dentro del hueco o levantada fuera de él. Cuando están en servicio, los elevadores cuelgan debajo del bloque viajero y agarran las juntas de tuberías de perforación y porta barrenas para meterlas o sacarlas del hueco. Cuando no están en servicio, descansan al lado de la unión giratoria donde no estorban.



FIGURA 17: Elevador

2.5.1.11. Cuñas:

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

El tamaño de las cuñas debe ser siempre adecuado para la tubería que se esté manejando, ya que del buen contacto de ellas con la tubería de perforación, portamechas o revestimiento, dependerá el agarre efectivo de las mismas sin crear problemas operacionales. Igualmente, el manejo óptimo de las cuñas por parte de la cuadrilla, influirá en el desgaste de los insertos de agarre.



FIGURA 18: Cuñas

2.5.2. SISTEMA DE ROTACIÓN

El sistema de rotación convencional consiste en la parte del equipo que hace girar la sarta de perforación para que la broca vaya perforando el hueco desde superficie hasta la profundidad deseada. Es el área central del sistema de perforación y es parte fundamental del taladro. Este sistema está compuesto por:

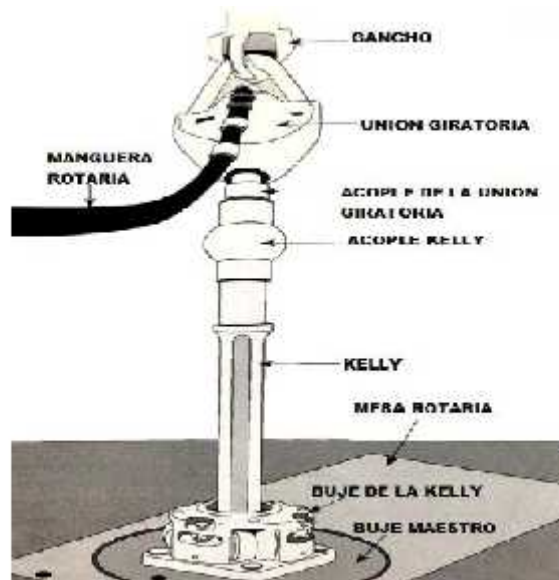


FIGURA 19: Sistema de Rotación.

(A primer of Oilwell service, 2014)

2.5.2.1. Sarta de perforación:

Se encuentra suspendida del elevador, mediante la unión giratoria, debajo del gancho y el bloque viajero. Se extiende a través de la mesa rotaria. Es la conexión de rotación entre la superficie y la broca en fondo. Contiene el cuadrante, juntas de tubería de perforación y herramientas de subsuelo.



FIGURA 20: Sarta de perforación

2.5.2.2. Broca:

Está conectada a la parte inferior de la sarta, es el encargado de cortar el cemento y tapones perforables durante operaciones de Work Over. Existen dos tipos de brocas: las de dientes de acero, que son las más utilizadas en operaciones de Work Over y las otras son las brocas de diamante.



FIGURA 21: Broca.

2.5.2.3. Drill Collar:

Son tubulares de gran peso, son los encargados de darle peso a la broca, se conectan en la parte inferior de la sarta.

2.5.2.4. Unión Giratoria “Swivel”:

Es un aparato que se suspende en el gancho, permite girar libremente el cuadrante.



FIGURA 22: Swivel

(Inc, 2014)

2.5.2.5. Cuadrante o “Kelly”:

Es la primera sección de tubería bajo la unión rotaria, permite la transmisión de torsión de la mesa rotaria a la tubería de perforación.

2.5.2.6. Mesa Rotaria:

Está localizado dentro del piso del taladro. Es utilizada con el buje maestro, es la encargada de transmitir la rotación a la sarta de perforación.



FIGURA 23: Mesa Rotaria.

(Rig, 2014)

2.5.2.7. Buje del cuadrante:

Se engancha al buje maestro para transmitir movimiento rotacional al cuadrante y a la sarta durante las operaciones de reacondicionamiento.



FIGURA 24: Buje del Cuadrante

2.5.2.8. Llaves Hidráulicas y Manuales:

Se encuentran colgadas en la torre y suspendidas por encima del piso del taladro, son dos llaves muy grandes y su función principal es la de enroscar o desenroscar una conexión de tubería de producción. Se las utiliza con

frecuencia ya que se necesita torquear y destorquear las uniones de la tubería para con esto sacar del pozo y evitar daños de la sarta de tuberías. Cabe mencionar que en esta tesis nos concentraremos más en lo que es las llaves hidráulicas tanto en operaciones de reacondicionamiento como también en perforación.



FIGURA 25: Llave Hidráulica

Es un equipo hidráulico que se acciona por medio de una unidad de potencia. La llave hidráulica está diseñada para el servicio de instalación y desinstalación de tubería aplicando un torque específico según recomendaciones del fabricante. Los tamaños de las llaves varían desde 20" hasta 5 ½". Estos rangos de medición obedecen al tamaño de la tubería a enroscar y varían dependiendo de las características del pozo, como por ejemplo; profundidad y presiones de formación.

Las llaves pueden ser sencillas o con Back Up; el cual está ubicado en la parte inferior de la llave y funciona como llave de aguante. También contamos con Llaves de Cabilla las cuales se utilizan para la recuperación de pozos que han dejado de producir por si solos y, con chaquetas neumáticas (Bite Unit) que se instalan en la llave para ser utilizada con tubería de cromo.

A. Clasificación de las Llaves Hidráulicas

- **Llave hidráulica de revestidor.-** La llave hidráulica de revestidor se usa para levantar y bajar sartas o revestimientos de 4" a 13-3/8". La cabeza de la llave hidráulica se diseña en tipo abierto para sujetar y soltar la sarta con libertad. Estas llaves hidráulicas son seguras, son fiables y fáciles de manejar con una gran movilidad para poder agarrar el tubo.

Tabla 2: Especificaciones Llave hidráulica de revestidor

Modelo		JDCPT 178-16	JDCPT 340-20A	JDCPT 340-35	JDCPT 178-16A	JDCPT 340-35A	JDCPT 340-50	
Rango de Tamaño	mm	101.3~178	101.6~340	139.7~340	101.3~178	101.6~340	139.7~340	
	in	4~7	4~13-3/8	5-1/2~13-3/8	4~7	4~13-3/8	5-1/2~13-3/8	
Max.Presión Hidráulica	MPa	18	16	18	18	18	17.2	
	Psi	2,610	2,320	2,610	2,610	2,610	2,494	
Caudal Nominal de Caudal Hidráulico	l/min	114	114	114	114	114	120	
	GPM	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	31	
Max Torsión	Ato-equipos	kN.m	2.4~3	3.7	2.5~3	2.4~3	4.0~5.0	4
		ft.lbf	1,770~2,200	2,730	1,844~2,200	1,770~2,200	2,950~3,690	2,950
	Med-equipos	kN.m	—	—	6.0~7.5	—	—	11
		ft.lbf	—	—	4,420~5,530	—	—	8,103
	Bajo-equipos	kN.m	16	20	35	15~18	27~30	50
		ft.lbf	11,800	14,750	26,800	11,030~13,280	19,900~22,120	36,351
Velocidad	Ato-equipos	rpm	54~97	50~30	60~86	54~79	80~100	72.3
	Med-equipos	rpm	—	21~30	—	27.4	—	—
	Bajo-equipos	rpm	9~13.1	6~14	2.6~5.3	3.5~12	12~16	5.4
Tamaño Exterior	mm	1,540x730x740	1,520x850x670	1,540x900x860	1,500x730x680	1,560x900x850	1,540x892x908	
	in	61x30x29	60x34x26	61x36x34	59x30x27	61x35x33.5	60x35x33	
Peso	kg	580	560	780	570	760	880	
	lbs	1,280	1,234	1,720	1,250	1,720	1,940	

(jereh-oilfield, 2014)

- **Llave hidráulica de sarta de perforación.-** La llave hidráulica de sarta de perforación se usa para las operaciones de perforación de pozos petroleros y se utiliza ampliamente para levantar y bajar las sargas de perforación. Esta llave se diseñó en tipo abierta para sujetar y soltar la sarta con libertad, las llaves hidráulicas por lo general son diseñadas y fabricadas según la API SPEC 7K, ya que es la encargada de normalizar a nivel mundial su construcción.

Tabla 3: Especificaciones Llave hidráulica de sarta de perforación

Modelo		JDDPI 203-12E	JDDPI 203-100	JDDPI 203-100A	JDDPI 203-100B	JDDPI 182-50	JDDPI 127-25
Rango de tamaño	mm	127~203	121~203	121~203	121~203	85~162	55~127
	in	3-1/2 coupling to 8 body	3-1/2 coupling to 8 body	3-1/2 coupling to 8 body	3-1/2 coupling to 8 body	2-3/8 coupling to 5 body	2-3/8 coupling to 3-1/2 body
Max. torsión	kN.m	125	100	100	100	50	25
	ft.lbf	92,200	73,750	73,750	73,750	35,380	18,440
Velocidad alta	rpm	40	40	40	40	60	55
Velocidad baja	rpm	2.7	2.7	2.7	2.7	4.1	10.5
Presión Hidráulica	MPa	20	16.6	16.6	16.6	15	12
	PSI	2,900	2,400	2,400	2,400	2,320	1,740
Caudal Nominal de Crudo Hidráulico	l/min	114	114	114	114	120	180
	GPM	30	30	30	30	32	48
Carrera de Cilindro	mm	1,500	1,500	1,500	-	1,030	1,300
	in	59	59	59	-	39.4	39.4
Distancia de Mover de Llave	mm	-	-	-	0~1,500	-	-
	in	-	-	-	0-59	-	-
Distancia de Levantar de Llave	mm	-	-	0~485	0~300	-	-
	in	-	-	0~19	0~31.5	-	-
Tamaño Exterior	mm	1,720x1,050x1,750	1,700x1,000 x1,400	1,700x1,000 x1,400	1,750x1,650 x2,050	1,570x800 x1,190	1,110x790 x320
	in	68x41x69	67x39x55	67x39x55	69x65x81	62x31x47	44x31x32
Peso	kg	2,600	2,400	2,600	3,260	1,500	320
	lbs	5,730	5,200	5,610	7,165	3,310	1,360

(jereh-oilfield, 2014)

- **Llave hidráulica de tubería.-** La llave hidráulica de tubería es usada en levantar y bajar las tuberías. La llave se equipa con llave hidráulica de reserva y usa leva interior para sujetar. La llave hidráulica es diseñada según la norma internacional API SPEC 7K.

Tabla 4: Especificaciones Llave hidráulica de tubería

Modelo		JDPT-3B/3C	JDPT-3E	JDPT-12
Rango de Tamaño de Llave Master	mm	60~89	73~114	60~140
	in	2-3/8~3-1/2	2-7/8~4-1/2	2-3/8~5-1/2
Rango de Tamaño de Llave de Reserva	mm	60~144	89~141.5	73~156
	in	2-3/8~4-1/2	3-1/2~5-1/8	2-7/8~6-1/8
Torsión Calificada de Equipo Alto	kNm	1.1	1.5	2.6
	lbf.ft	811	1,106	1,918
Torsión Calificada de Equipo Bajo	kNm	3	6	13
	lbf.ft	2,213	4,425	9,588
Velocidad Calificada de Equipo Alto	rpm	100	85	68
Velocidad Calificada de Equipo Bajo	rpm	30	20	13
Presión Nominal de Operación	MPa	10	11	12
	Psi	1,450	1,585	1,740
Max. Caudal	l/min	80	100	120
	GPM	21	26	32
Dimensión Total	mm	650x430x550	750x500x600	1,042x582x838
	in	25.6x16.9x21.7	29.5x19.7x23.6	41.0x22.9x33.0
Peso (Incluido Llave de Reserva)	kg	158	220	471
	lbs	348	485	1,038

(jereh-oilfield, 2014)

Se debe mencionar que las llaves hidráulicas aplican torque pero no más que las llaves manuales que se las utilizan mediante cables que van acoplados aun tipo malacate pequeño que mediante el carrier se las va apretando.

Existen computadoras de torque, Es un sistema computarizado que mide y controla el valor de torque aplicado en una instalación de tubería en pozo. Cuenta con varios dispositivos electrónicos e hidráulicos los cuales traducen el torque ejercido a la conexión en impulsos eléctricos, generando una gráfica Torque vs. Tiempo o Torque vs. Vuelta, la cual permite al operador verificar el torque aplicado en la conexión y, según la recomendación del fabricante; tener el criterio de aceptarla o rechazarla. Este equipo se debe programar antes de iniciar la operación según las especificaciones técnicas de la instalación a torqurear y debe llevar una calibración especial para dar exactitud al valor reflejado en la gráfica, permitiendo confirmar que lo previamente programado por el operador es absolutamente correcto, ya que está acorde con la curva graficada en la pantalla del computador.

B. Funcionamiento de la llave hidráulico

Las llaves hidráulicas que utiliza el taladro Rig FD-11 de Fast Drilling es una ECKEL estándar de 5-1/2" y otra ECKEL estándar de 3-1/2", por otra parte el taladro Rig EA-12 de Espinel y Asociados servicios petroleros utiliza una llave TEDA XQ114/6Y, el fluido hidráulico que utilizan estas llaves es el aceite hidráulico numero 10 o aceite rojo que es un lubricante de elevadas prestaciones, la llave hidráulica siempre está conectada por dos mangueras al sistema hidráulico del carrier, una de entra del fluido hidráulico y la otra que es por la que sale el fluido hidráulico, cabe mencionar que la llave tiene dos palancas una de ellas es la palanca que acciona la válvula hidráulica que funciona con una bomba hidráulica y un PTO (toma fuerza) que va conectado al motor del taladro dejando pasar el fluido motriz y esta a su vez es la que da movimiento a las mordazas con los insertos que son las que

proporcionan el torque necesario para unir los tubos, además tiene un manómetro el cual nos permite ver la presión con la que pasa el fluido motriz a través de las manguera de entrada para accionar el movimiento de la llave hidráulica, la otra palanca en cambio es las marchas que le puedes dar a la llave hidráulica, en el caso de las dos llaves hidráulicas contienen 2 marchas. Contiene una contrallave o back-up que se encuentra situada por debajo de la llave hidráulicas su función principal es la de aguantar el tubo de abajo mientras que la llave hidráulica tornea o destornea el tubo de arriba, la contrallave se debe ubicar en la junta del tubo de abajo.



FIGURA 26: Llave Hidráulica

(ECKEL, 2008)

El modelo 5-1/2" es el primer diseño de cuello abierto en su rango de tamaño que genera 12000 pie-lb de torque disponible. La clave aquí es la versatilidad, ya que esta llave funciona muy bien tanto si es accionada por una plataforma de reacondicionamiento como por una unidad de potencia portátil para llaves de enrosque de entubado. Hay una contrallave hidráulica Trip-Grip.

Tabla 5: Especificaciones Llave hidráulica y Contrallave ECKEL

Especificaciones de la llave de enrosque	
Capacidad	2-1/16" – 5-1/2" pulg. (52.4 – 139.7 mm)
Dimensiones	25 x 54 pulg. (635 x 1371.6 mm)
Peso	980 lb (444.5 kg)
Torque máximo a 2500 psi (172 bar)	Alta 2800 pie-lb (3796 Nm)
	Baja 12000 pie-lb (16270 Nm)
RPM máxima a 65 GPM (246 LPM)	Alta 156 rpm
	Baja 31 rpm
Relación de engranajes	Alta 13.5:1
	Baja 67.5:1
Longitud de mango	36 pulg (914.4 mm)

Contrallave Hidráulica Trip-Grip	
Capacidad	2-1/16" – 5-9/16" pulg. (52.4 – 141.3 mm)
Dimensiones	29.5 x 54 pulg (749,3 x 1371.6 mm)
Peso	1900 lb (861.8 kg)
Longitud de mango	28-1/2" pulg (723.9 mm)

(ECKEL, 2008)

C. Sistema Hidráulica del Carrier

Para entender un poco mejor el funcionamiento de la llave hidráulica debemos conocer un poco el sistema hidráulico del carrier ya que la misma funciona con aceite hidráulico y debemos aprender donde inicia el proceso de operación.

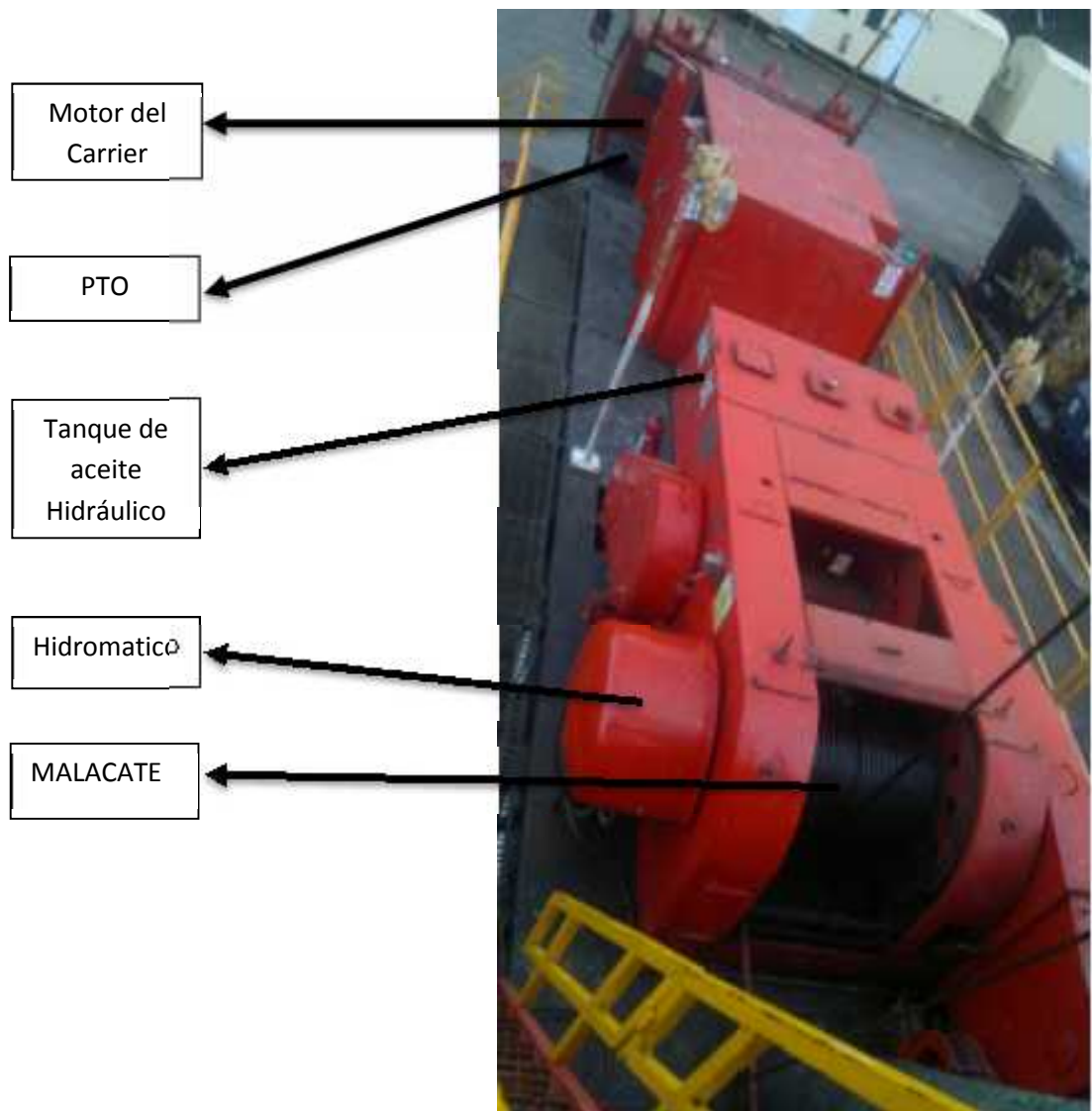


FIGURA 27: Carrier

➤ **Motor**

El motor es una de las piezas más importantes de un taladro de Work-Over ya que es una parte sistemática capaz de hacer funcionar el sistema, transformando la energía de combustión en energía mecánica capaz de realizar un trabajo o generar la fuerza necesaria para producir el movimiento, el motor es el que transmite la fuerza al TPO.



FIGURA 28: Motor Cummis 444
(EA-12, 2014)



FIGURA 29: Coraza del Motor Cummis 444
(EA-12, 2014)

➤ **PTO (Power take off)**

Los PTO o Toma de Fuerza son órganos mecánicos que, montados en las cajas de cambios de los vehículos industriales cumplen la función de tomar la fuerza para transmitirla a otros accesorios, en este caso a una bomba de engranajes o de pistones, naciendo así la posibilidad de montar sobre dicho vehículo industrial cualquier aplicación que para su operación use aceite hidráulico.



FIGURA 30: PTO

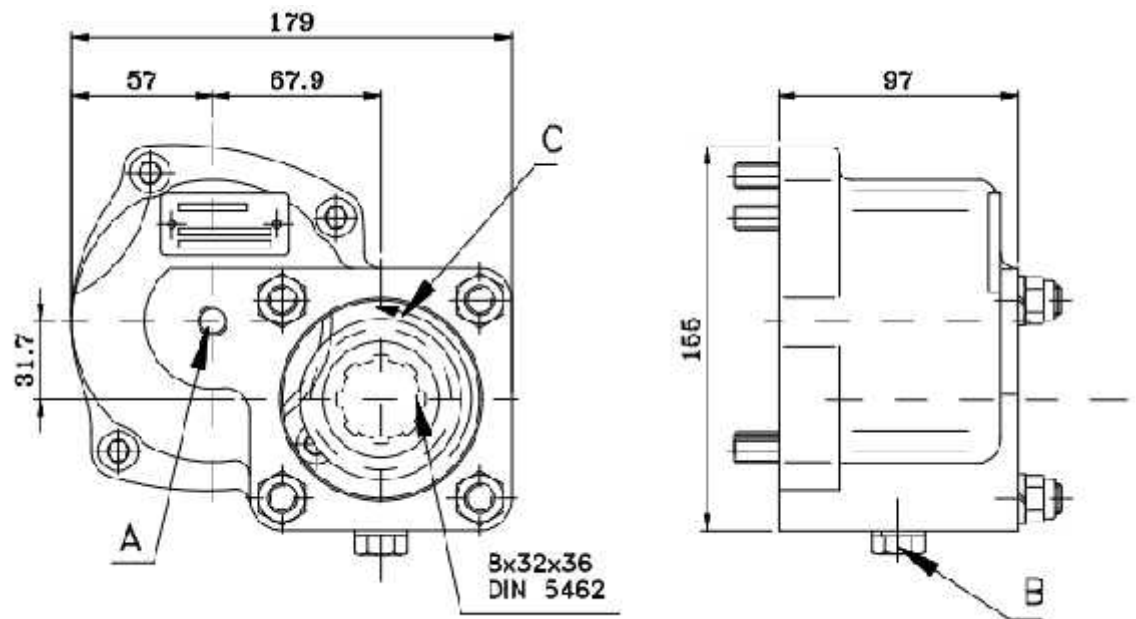
Los datos de potencia están dados para una velocidad de 1000 rpm en la salida de la toma de fuerza y un par igual al máximo admisible en régimen continuo. Para calcular la potencia transmitida por la toma de fuerza en otras condiciones utilícese la siguiente fórmula:

$$P (C.V) = \frac{T (N.m) \times n (rpm)}{7000} \quad \text{Ec. [1]}$$

P = Potencia

T = Torque

n = Vueltas



A = Toma de aire.
B = Salida de aceite
C = Sentido de giro.

FIGURA 31: PTO

(FHER, 2014)

➤ **Bomba Hidráulica**

Dispositivo que transforma la energía mecánica en energía hidráulica, es decir, realizan un trabajo para mantener un líquido en movimiento. Consiguiendo así aumentar la presión o energía cinética del fluido. El impulsor crea una corriente de succión a la entrada, introduciendo el fluido en su interior y lo empuja hacia el circuito hidráulico.

Debe tener una fuente continua de líquido disponible en el puerto de entrada para suministrar el líquido al sistema continuamente. En este punto el fluido hidráulico es enviado por mangueras a mando principal del sistema hidráulico de la mesa del taladro.

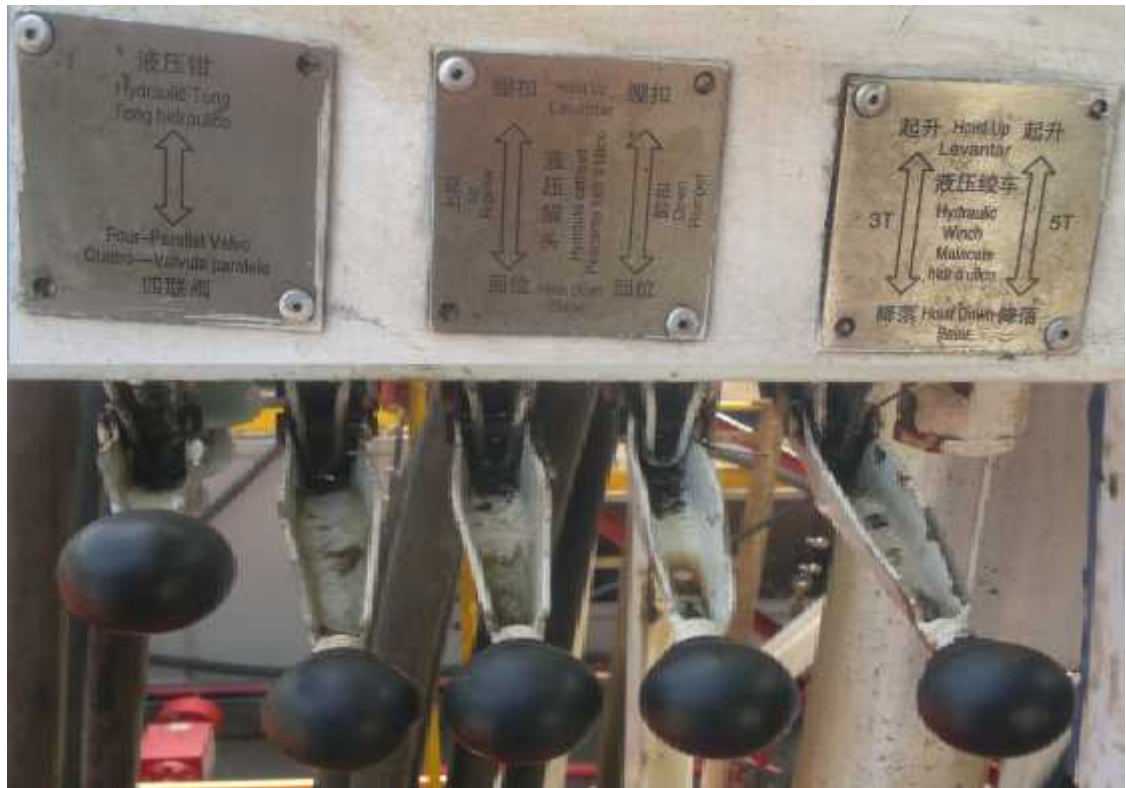


FIGURA 32: Mando de la llave hidráulica

En la figura 32 podemos ver que hay 5 palancas están se encuentran localizadas en el lugar de trabajo del maquinista, la primera palanca izquierda es la que abre el paso del aceite hidráulico hacia la llave.

➤ **Mangueras Hidráulicas**

Las mangueras hidráulicas utilizadas en el sistema hidráulica del taladro de Work-Over son mangueras de goma que están construidas de un tubo interior de goma sintética extruido cuyo único objetivo es mantener en la manguera el fluido transportado. La naturaleza elastomérica de la goma

hace necesaria una capa de refuerzo enrollada o trenzada alrededor del tubo para contener la presión interna. La capa o capas de refuerzo son de material textil o de acero (o de ambos). Para proteger estas capas interiores de la manguera de las condiciones ambientales, se extruye una cubierta exterior de goma sintética alrededor del refuerzo.

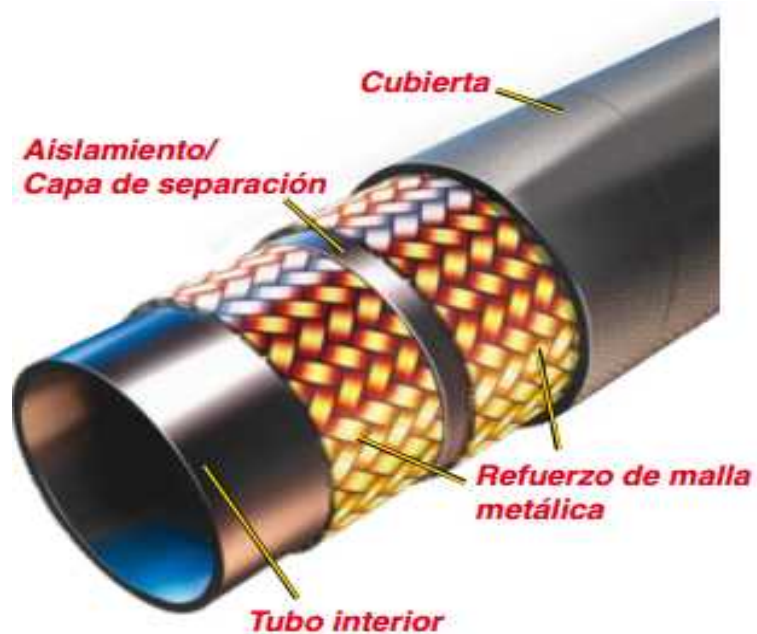


FIGURA 33: Manguera hidráulica

(PARKER, 2014)

Cuando se tiene mangueras en stock se debe mantener en un sistema de control del envejecimiento que permita utilizar la manguera antes de que haya alcanzado su vida útil de almacenaje. La vida útil de almacenaje es el tiempo durante el cual cabe esperar que la manguera conserve todas sus capacidades para prestar el servicio previsto. La manguera se almacenará de modo que se facilite el control del envejecimiento y permita el sistema FIFO (primero en entrar, primero en salir) de acuerdo con la fecha de fabricación de la manguera.

La vida útil de almacenaje de la manguera de goma a granel o de la manguera fabricada de dos o más materiales (flexible) es difícil de definir pues son varios los factores que pueden actuar negativamente en la idoneidad de uso de la manguera.

Almacenaje de las mangueras – Mejores prácticas:

- Almacenar en un lugar fresco y seco (temperatura ambiente).
- Evitar la luz directa del sol y la humedad.
- No almacenar cerca de equipos eléctricos de alta potencia.
- Evitar el contacto con sustancias químicas corrosivas.
- Evitar la luz ultravioleta.
- Insectos/roedores.
- Materiales radiactivos.

Recomendaciones de instalación:

A.- Recuerde que los flexibles sometidos a trabajo sufren una elongación o estiramiento entre un 2% a 4% de su longitud inicial, por lo que se recomienda dejarlos de un largo apropiado.

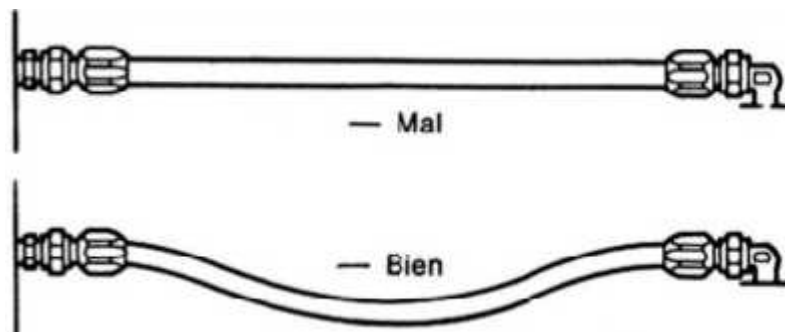


FIGURA 34: Manguera hidráulica

(Covarrubias, 2014)

B.- Siempre se debe mantener un radio de curvatura lo más amplio posible, con el fin de evitar el colapso o restricción del fluido.

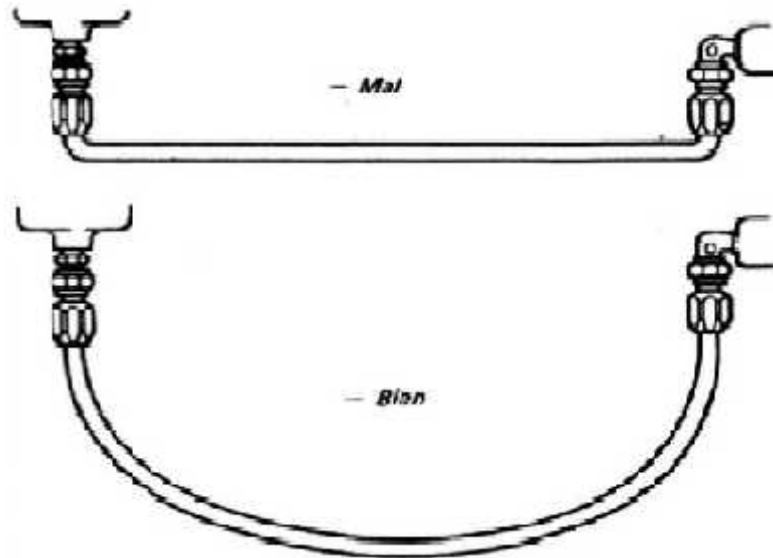


FIGURA 35: Manguera hidráulica

(Covarrubias, 2014)

C.- Evite al instalar un flexible que este quede con alguna torcedura, por lo cual tome algún punto como referencia.

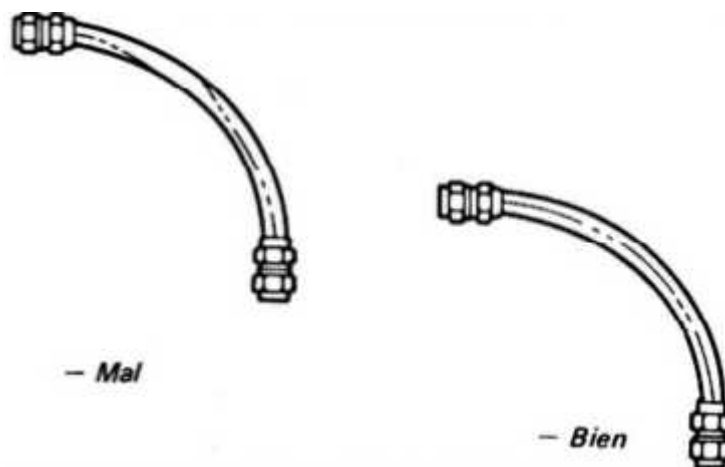


FIGURA 36: Manguera hidráulica

(Covarrubias, 2014)

D.- Evite el contacto o el roce entre flexibles para que no produzcan desgastes de las superficies, para lo cual se recomienda el uso de adaptadores, codo o curvas apropiados.

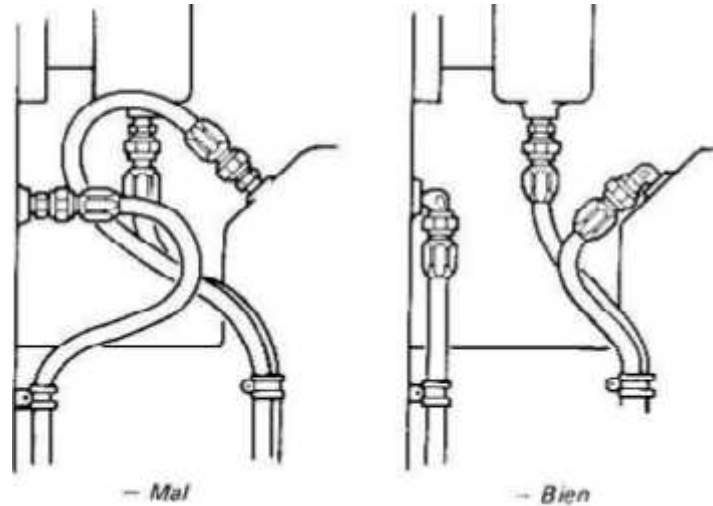


FIGURA 37: Manguera hidráulica

(Covarrubias, 2014)

E.- Procure evitar el contacto con pieza móviles o fuentes de calor, por ejemplo el tubo de escape, cardan.

F.- Los flexibles deben tener la longitud apropiada para que cumplan con su función de “flexible”.

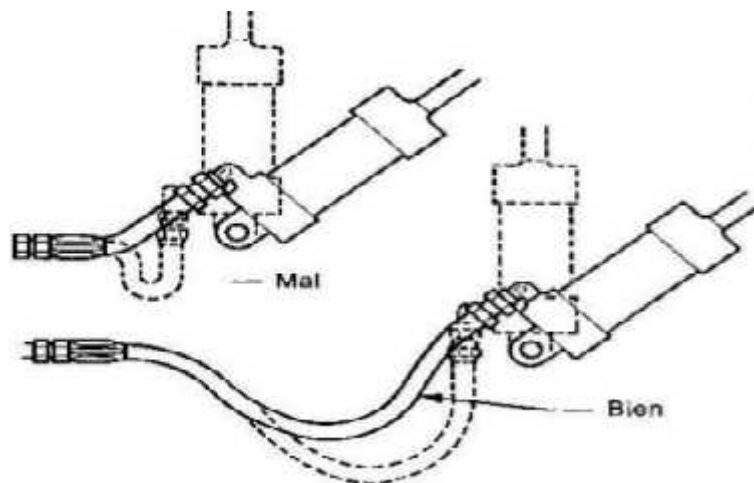


FIGURA 38: Manguera hidráulica

(Covarrubias, 2014)

➤ **Aceite hidráulico**

El aceite hidráulico tiene que convertir la fuerza rotativa del motor a fuerza de empuje multiplicando la fuerza aplicada para realizar el trabajo. Las fuerzas desarrolladas pueden sobrepasar los 5000 psi. Cada sistema está diseñado para operar con un aceite que proteja en lubricación límite cuando las presiones en válvulas sobrepasan el punto de lubricación hidrodinámico (creada por la propia presión del aceite).

Para estos sistemas tenemos aceites de primera calidad formulados con aceite básico grupo II sintetizado en todas las viscosidades ISO, más un aceite hidráulico multigrado. Debemos saber que el componente más importante de cualquier sistema hidráulico es el fluido que contiene.

Los sistemas hidráulicos, como consecuencia natural de su funcionamiento, experimentan un desgaste acelerado a menos que se protejan con aceites hidráulicos con características antidesgaste. Las presiones por impulsos en bombas y válvulas pueden aumentar el contacto de metal contra metal a menos que exista una protección antidesgaste.

Los aditivos antidesgaste AW son compuestos polares donde un polo es atraído al metal y el otro polo es soluble en aceite, causando que se adhieran a las superficies metálicas. Esto minimiza el contacto metal a metal, que es más severo en bombas de paletas, de pistón y de engranajes. Al aumentar las presiones hidráulicas por encima de los 1000 psi, la necesidad de protección antidesgaste aumenta proporcionalmente.

Sin embargo, la mayoría de los fluidos hidráulicos usados hoy en día están basados en aceites minerales. Los aceites minerales satisfacen el requisito primario de un fluido hidráulico; la habilidad de transmitir presión bajo un

rango amplio de temperatura. Además, tienen la gran ventaja que pueden lubricar las partes móviles del circuito hidráulico y protegerlas contra la corrosión. Sin embargo, los aceites minerales puros no pueden llevar a cabo adecuadamente todas las funciones requeridas en un fluido hidráulico. Por lo tanto, la mayoría de estos contienen aditivos apropiados para reforzar sus propiedades.

Por esta razón tanto en el talado de Fast Drilling Rig FD-11 y en el taladro de Espinel y Asociados Rig EA-12 se usa el aceite hidráulico rojo o aceite hidráulico SAE 10.

El aceite hidráulico SAE 10 está diseñado para satisfacer de mejor forma las demandas de lubricación de la nueva generación de equipos industriales y móviles de altas presiones, ayudándole a reducir el consumo de energía y aumentar la entrega de sus máquinas sobrepasando incluso otros aceites hidráulicos.

Un producto de lo último en tecnología de fluidos hidráulicos, estos lubricantes de avanzada pueden ofrecer grandes ventajas:

- Aumento cuantificable en la eficiencia hidráulica, hasta seis por ciento más que en un fluido típico de referencia, puede ayudar a reducir el consumo de energía o aumentar la productividad de las máquinas.
- Limpieza del sistema visiblemente mejor, para operaciones más productivas y menor mantenimiento de las máquinas. Los sistemas permanecen libres de depósitos por hasta tres veces más tiempo.

- Permite máxima protección de equipos y desempeño en extremos de temperaturas altas y bajas.

La hidráulica es una de las formas más importantes de transmitir y controlar a potencia, muy comparables con sistemas mecánicos y eléctricos. Tiene además las siguientes ventajas:

Flexibilidad.- Los sistemas hidráulicos pueden generar grandes fuerzas con equipos relativamente compactos. Pueden ser usados para generar movimiento rotatorio y lineal, y la velocidad de movimiento puede ser regulada. En particular, los mecanismos hidráulicos se pueden usar para controlar movimientos lentos y precisos con una exactitud difícil de lograr con otros métodos mecánicos.

Economía.- La fabricación de sistemas hidráulicos son muchas veces más baratas que la de los sistemas eléctricos, electrónicos o neumáticos que logran el mismo resultado.

Confiabledad.- La mayoría de los equipos hidráulicos están diseñados de manera muy sencilla y robusta. Además son seguros en la operación ya que solo se necesitan válvulas reguladoras de presión simples para proteger el sistema de sobrecarga.

D. Partes de la Llave hidráulica

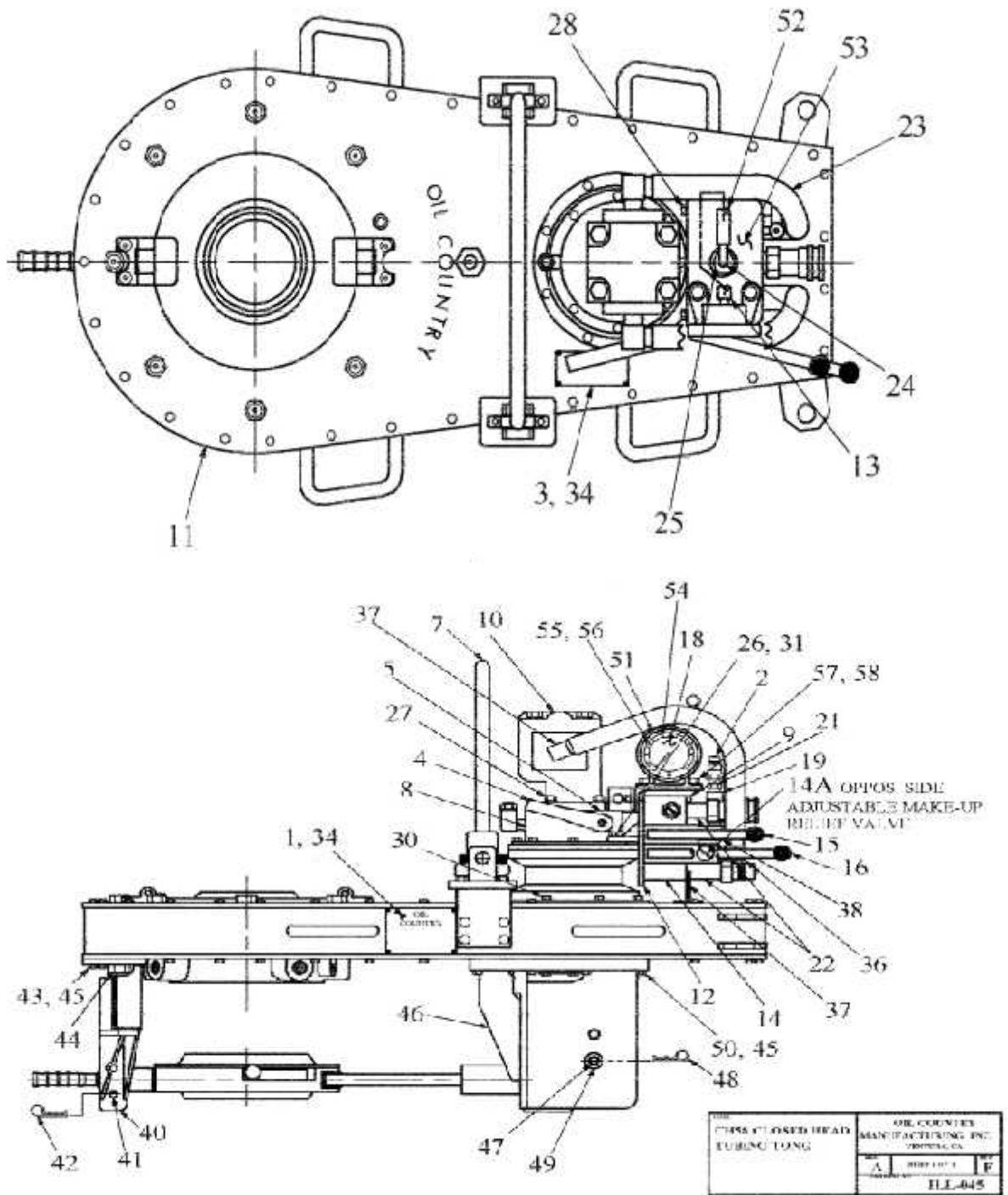


FIGURA 39: Partes de Llave Hidráulica y Contrallave

(Manual, 2002)

Tabla 6: Partes de Llave Hidráulica y Contrallave

Nº REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Placa de identificación con pines	1
2	Tornillo para desconectar	1
3	Etiqueta de advertencia con tornillo fijador	1
4	Manija de cambio de velocidades	2
5	Motor de junta	1
7	Ensamble con suspensión fija	1
8	Conjunto de transmisión (para la mano izquierda de operación)	1
9	Tornillo de cabeza hexagonal	3
10	Motor Hidráulico 25 X (utilizado en las pinzas)	1
10	Motor Hidráulico M75	1
11	Ensamble de la caja maestra	1
12	Válvula del conjunto de soporte	1
13	¼ pulg. adaptador NPT 90°	1
14	Válvula de control principal (para la mano izquierda de operación)	1
15	Conjunto de mango corto	1
16	Conjunto de mango largo	1
18	4-1/2 pulg. Indicador de presión PSI/FTLBS	1
18	4-1/2 pulg. Indicador de presión BAR/NM	1
19	Válvula de control de flujo	1
21	1/2 pulg. Nipple	1
22	1 pulg. Nipple NPT largo	2
23	Conjunto de mangueras	2
24	1/4 pulg. Adaptador NPT 90° x 1/4 pulg. JIC	1

Continuación de la tabla 6:

25	Reductor de mango	1
26	Arandela de seguridad	4
26	Tornillo con cabeza hexagonal	3
27	Arandela de seguridad	4
27	Tornillo con cabeza hexagonal	4
28	3/8 pulg. Tuerca hexagonal NYK	3
30	Tornillo con cabeza hexagonal	8
31	Tornillo con cabeza hexagonal	3
34	Tornillo de la placa de identificación	8
36	Adaptador 90°	2
37	Adaptador 90°	2
38	Adaptador 90°	1
	Montaje delantero completo (40 – 45)	
40	Montaje frontal	1
41	Pin del soporte frontal	1
42	Pin de pelo	1
43	3/8 pulg. x 1-3/4 pulg. Perno	3
44	Tuerca de presión	1
45	3/8 pulg. Arandelas de seguridad	11
46	Ensamblaje del soporte giratoria	1
46	Ayuda para el soporte giratoria para la celda de carga	1
	Montaje del soporte trasero (47 – 49)	
47	Pin del soporte trasero	1
48	Pin puente	1
49	Arandela	1

Continuación de la tabla 6:		
50	3/8 pulg. x 2-1/4 pulg. tornillo GRD 8	8
51	Montaje del calibrador de la caja de torque (51, 54 – 56)	1
51 – A	Medidor y ensamblaje de caja PSI / pie-libras	1
51 - A	Medidor y ensamblaje de caja BAR / NM	1
52	1/4 pulg. x 24 pulg. Manguera	1
53	Soporte de montaje (para funcionamiento de la mano izquierda)	1
54	Plato de retención	1
55	Tornillo, FLSTR HD; 0.25 pulg. – 20 pulg. x 0.87 pulg.	3
56	Tuerca, NYLOC LT HX; 0.25 pulg. x 0.20 pulg.	3
57	Tornillo, HHC; 0.5 – 13 x 1.00	2
58	1/2 pulg. Arandela	2

(Manual, 2002)

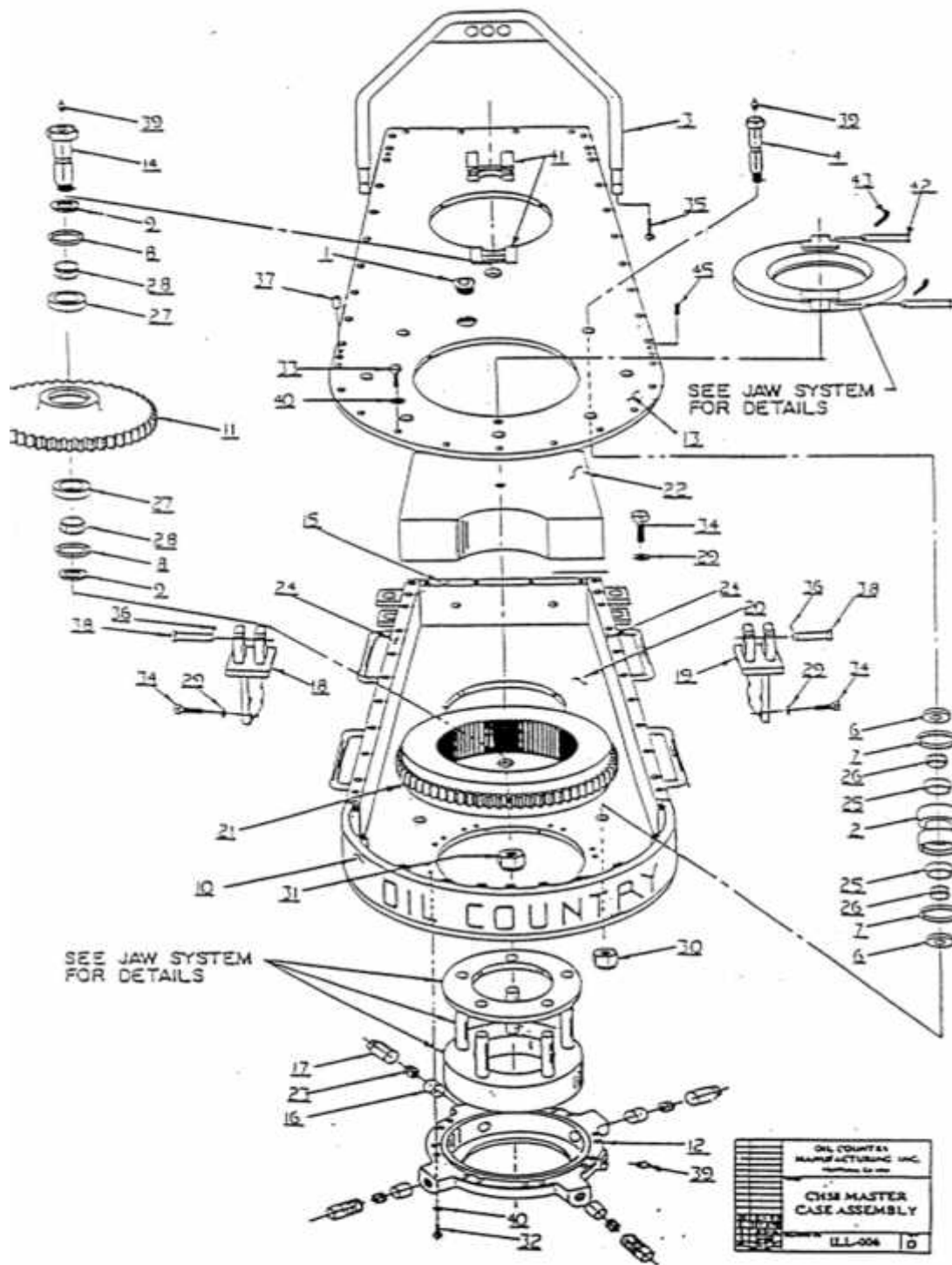


FIGURA 40: Partes de Llave Hidráulica

(Manual, 2002)

Tabla 7: Partes de Llave Hidráulica

Nº REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD
	Caja de montaje principal	
1	1 pulg. Tapón	1
	Guía de Montaje de los rodillos (2,7,25,26)	7
2	Guía de rodillos	7
3	Suspensión, Montaje soldado (3,35)	1
	Guía de rodillos conjunto de ejes (4,39)	7
4	Guía del eje del rodillo	7
6	Arandela de tope	14
7	Sello de aceite	14
8	Sello de aceite	2
9	Arandela de tope	2
10	Montaje de la placa de la caja frontal	1
	Montaje de engranajes libres (11,8,9,27,28)	1
11	Engranaje libre	1
12	Caja de freno	1
13	Montaje del plato inicial	1
	Montaje del engranaje intermedio del eje (14,39)	1
14	Engranaje intermedio	1
15	Espalda de la caja del plato	1
16	Enchufe del freno	4
17	Tornillo de freno	4
18	Montaje de la suspensión fija izquierda	1
19	Montaje de la suspensión fija derecha	1
20	Placa de la caja de al fondo	1
21	Engranaje giratorio	1

Continuación de la tabla 7:		
22	Caja de contrapeso	1
23	Resorte de compresión	4
24	Montaje de la placa de la caja lateral	2
25	Copa cojinete	14
26	Cono cojinete	14
27	Copa cojinete	2
28	Cono cojinete	2
29	1/2 pulg. arandela de seguridad	10
30	7/8 pulg. (NYLON) contratuerca	7
31	1-1/4 pulg. – 12 pulg. (NYLON) contratuerca	1
32	3/8 pulg. - 16 UNC-2A X 1.0 Lg. Tornillo con cabeza hexagonal	16
33	3/8 pulg.-16 UNC-2A X 1.25 Lg. Tornillo con cabeza hexagonal	54
34	1/2 pulg.-13 UNC-2A X 1.5 Lg. Tornillo con cabeza hexagonal	10
35	1/2 pulg.-13 UNC-2 ^a tornillo con cabeza hexagonal	4
36	Lg. Pasador	2
37	0.500 Dia. X 1" Lg. Pasador	8
38	Pasador	2
39	Engrasador	10
40	3/8 pulg. Arandela	70
41	Bisagra	1
42	5/8 pulg. X 3-1/2 pulg. Pasador	1
45	Tornillo	4

(Manual, 2002)

La llave hidráulica ECKEL 5-1/2" es una pinza cerrada en la cabeza, todo el equipo impulsado con un sistema de agarre.

La llave hidráulica es impulsada por un tipo de engranaje, motor hidráulico de desplazamiento fijo a un sistema de engranaje planetario con desplazamiento de alta y baja relación de par que proporciona adecuada para tren de engranajes de alimentación. Además el rango de operación o cambios de diámetros de tubería, deberá sustituir únicamente las cabezas o mordazas.

➤ **Sistema de Transmisión Hidráulica**

El mango del acelerador hidráulico controla la velocidad y el par de la unidad. Empujar o tirar de la manija larga va a girar el tren de engranajes marcha atrás o hacia adelante para la confección de tubos o romper la tubería con el sistema de la mandíbula en su lugar. Empujar o tirar de mango corto operará el cilindro de elevación para subir o bajar de las pinzas.

➤ **Engranaje**

El tren de engranajes de la llave hidráulica completo consta de:

1. motor hidráulico reversible.
2. Una transmisión de 3 velocidades.
3. Engranaje Rotaria.
4. Engranaje rotativos.

El mango en la transmisión opera en la selección de marcha alta o baja velocidad según sea el caso.

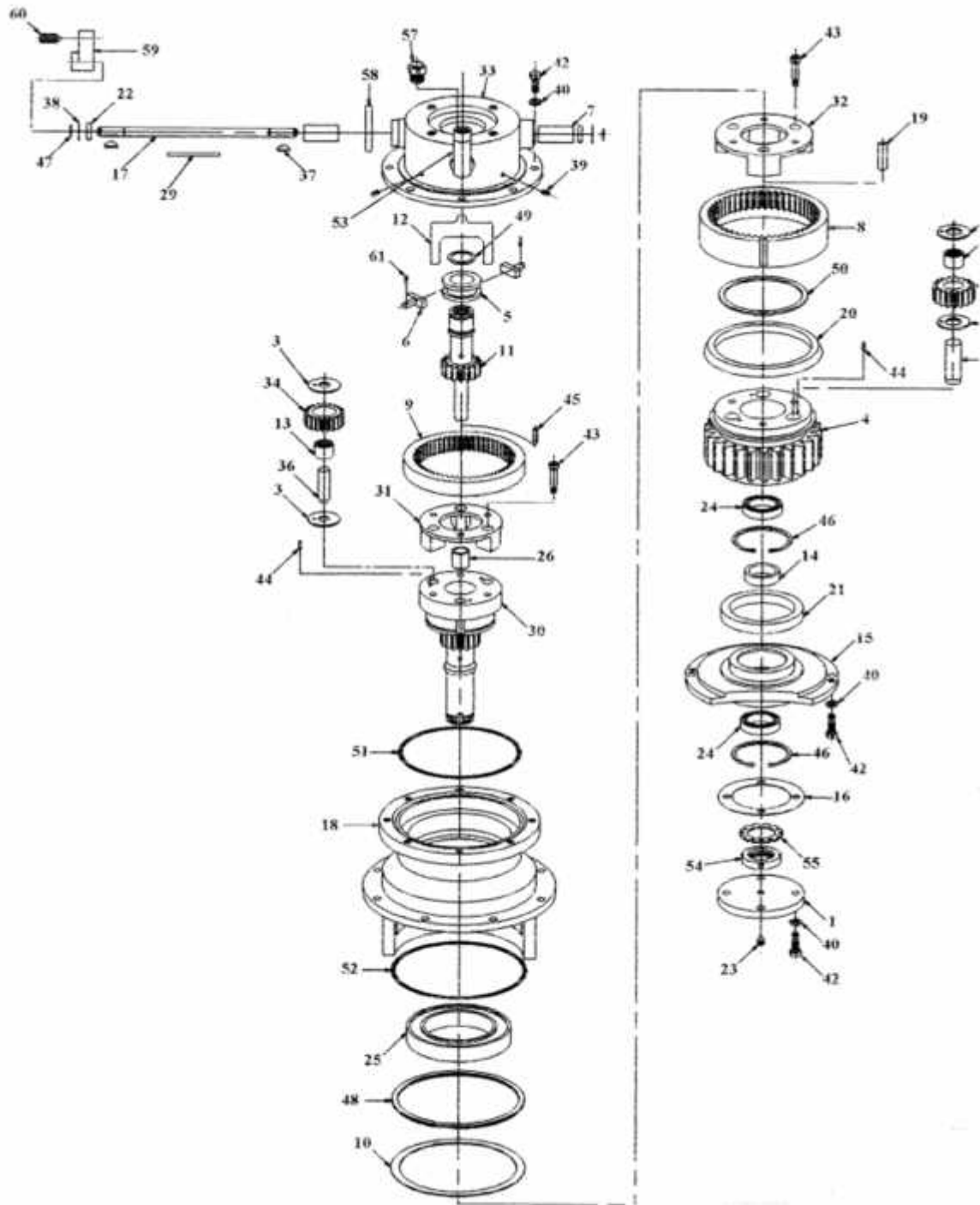


FIGURA 41: Partes de la transmisión de Llave Hidráulica
(Manual, 2002)

➤ Sistema de Mordazas

1. La llave hidráulica utiliza un engranaje accionado, cinco mandíbulas sistema móvil simultáneamente dentro y fuera y radialmente.
2. Para romper las articulaciones, coloque las mandíbulas en los pines con la letra "B" arriba.
3. Para la confección de las articulaciones, coloque las mandíbulas en los pines con la letra a "M".
4. Insertos son reversibles y se deben dar vuelta alrededor cuando se desgastan o reemplazado si no pone los dientes afilados en contacto con la tubería.

Posiciones del Montaje de las Mordazas

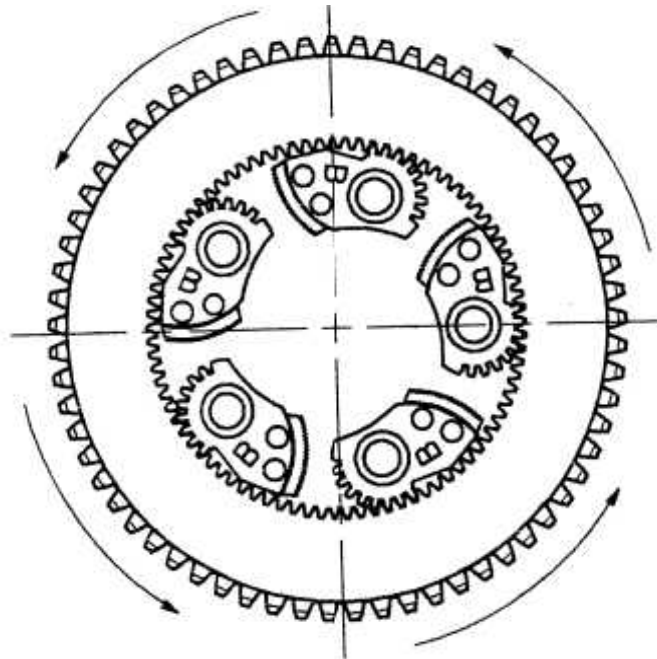


FIGURA 42: Posición de las mordazas para destorquear

(Manual, 2002)

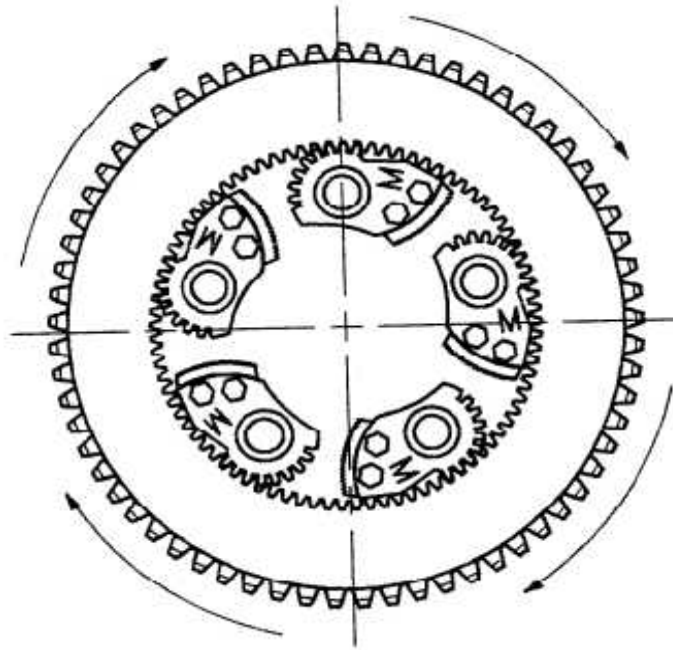


FIGURA 43: Posición de las mordazas para torquar
(Manual, 2002)

➤ **Recomendaciones Básicas**

1. Manipular los tubos con suavidad, con los protectores de rosca colocados.
2. Identificar las conexiones y los accesorios. Asegurarse de que sean compatibles.
3. Planificar previamente las operaciones a realizar.
4. Controlar el equipamiento a ser utilizado en la operación. Controlar la alineación del aparejo respecto del pozo.
5. Limpiar los tubos e inspeccionarlos visualmente.

6. Reinstalar los protectores limpios antes de que los tubos sean levantados hacia la boca del pozo o usar protectores especiales.
7. Utilizar compuesto lubricante API para roscas (API 5A3).
8. Realizar el acople con sumo cuidado. En conexiones con sello metálico se deberá utilizar guía de emboque tanto en la bajada como en la extracción.
9. Utilizar la velocidad de rotación (r.p.m.) adecuada, de acuerdo con las recomendaciones.
10. Ajustar por torque-posición las uniones API. Utilizar el torque adecuado, de acuerdo con las recomendaciones para otras uniones.
11. Controlar que todos los instrumentos de medición estén calibrados (torquímetro, indicador de peso, etc.).
12. Asegurarse de que la tensión aplicada sobre el tubo o la conexión esté dentro de los límites de resistencia de los mismos.

➤ **Procedimiento Operativo Puesto por Puesto**

Tabla 8: Procedimiento Operativo Puesto por Puesto

Nº	PUESTO	TRABAJO	SSA
1	Maquinista/ cuñero	Elevar la llave hidráulica con ayuda del winche y con un grillete que sostenga del cilindro superior de la llave.	Observe que este ajustado correctamente.

Continuación de la tabla 8:			
2	Cuñero	Revisar que tenga las quijadas apropiadas para el tipo de tubería con la cual se va a trabajar.	Asegúrelas apropiadamente, utilice la herramienta correcta.
3	Maquinista/ cuñeros	Revisar que el giro de ajuste sea el correcto.	Recuerde que es posible tener tubería de ajuste izquierdo.
4	Supervisor/ Maquinista	Revisar que el cable, generalmente 9/16", este colocado en un ángulo correcto y a nivel.	El cable no debe ser ni largo, ni corto, cualquier deficiencia en este sentido puede reducir el tiempo de vida de la llave, las muelas, o la llave puede frecuentemente resbalarse de la tubería.
5	Supervisor/ Maquinista/ Cuñero	Revisar: <ul style="list-style-type: none"> • Mangueras de entrada y retorno. • Chequear el nivel del fluido hidráulico. 	

Continuación de la tabla 8:

6	Maquinista	Prender la bomba del sistema hidráulico cuando las mangueras estén correctamente conectadas.	
7	Maquinista/ Cuñero	Permitir que el fluido hidráulico circule por unos minutos antes de operar la llave.	
8	Toolpusher/ Supervisor	Consultar la curva de torque de la llave hidráulica.	Fast Drilling dispone de la curva de torque.
9	Company Man	<p>Informar el tipo de tubería:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro. 2. Peso. 3. Tipo de tubería. 4. Tipo de rosca. 5. Cantidad de torque apropiado. 	Si no le informan del torque adecuado, averiguar en el anexo siguiente.

Continuación de la tabla 8:

10	Toolpusher/ Supervisor	Determinar con los datos de los pasos 8 y 9, la presión hidráulica del sistema.	<p>Con la curva de la llave:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Señale el torque óptimo en el eje vertical de la curva. 2. Trace una horizontal desde el torque óptimo. 3. En el punto de intersección entre la horizontal y curva de velocidad baja, trace una perpendicular hasta el eje x. 4. El punto señalado en el eje x constituye la presión hidráulica necesaria.
11	Toolpusher/ Supervisor/ Maquinista	<p>Regular la válvula del sistema de la llave hidráulica hasta que nos de la presión del paso anterior.</p> <p>Para lograr este propósito utilizamos dos pup joints de las mismas características de la tubería a utilizar en el pozo.</p>	<p>El Maquinista debe acelerar al máximo.</p> <p>Es indispensable que el manómetro que está en la consola del maquinista este calibrado, caso contrario podemos sobre-torquear a tubería.</p>

Continuación de la tabla 8:

12	Maquinista/ cuñeros	Enroscar la tubería utilizando en primer lugar la velocidad alta y luego la velocidad baja.	<p>Es indispensable utilizar las dos velocidades.</p> <p>Los Cuñeros deben tener cuidado de no ser atrapados los dedos cuando la llave está funcionando.</p> <p>Cuando dispone de un torquímetro, puedo utilizarlo con las primeras paradas para comparar el torque y luego puede sacarlo.</p> <p>No usar ropa holgada, anillos, relojes, pulseras, cadenas, puede ser agarrado por la llave.</p>
----	------------------------	---	---



CURVA DE TORQUE DE LLAVE HIDRAULICA TEDA XQ114/6Y

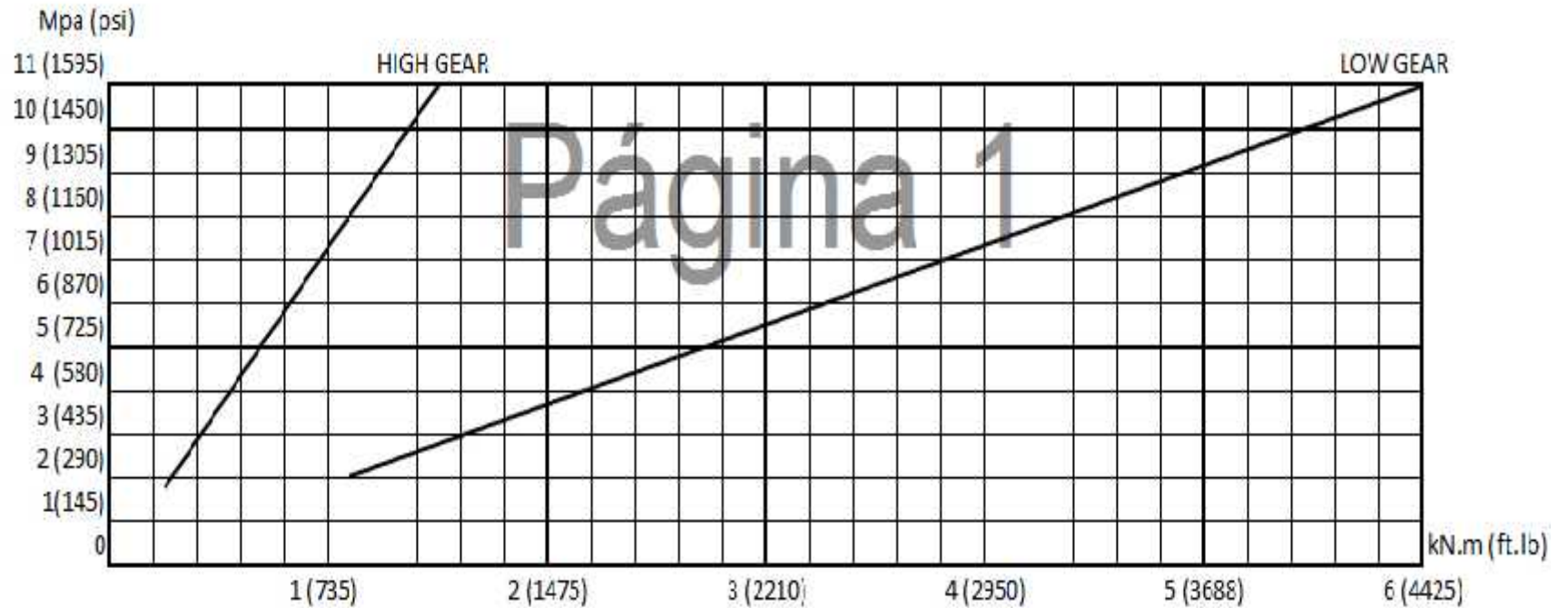


FIGURA 44: Curva de torque Rig EA-12 Espinel y Asociados
(EA-12, 2014)

CURVA DE TORQUE DE LLAVE HIDRAULICA

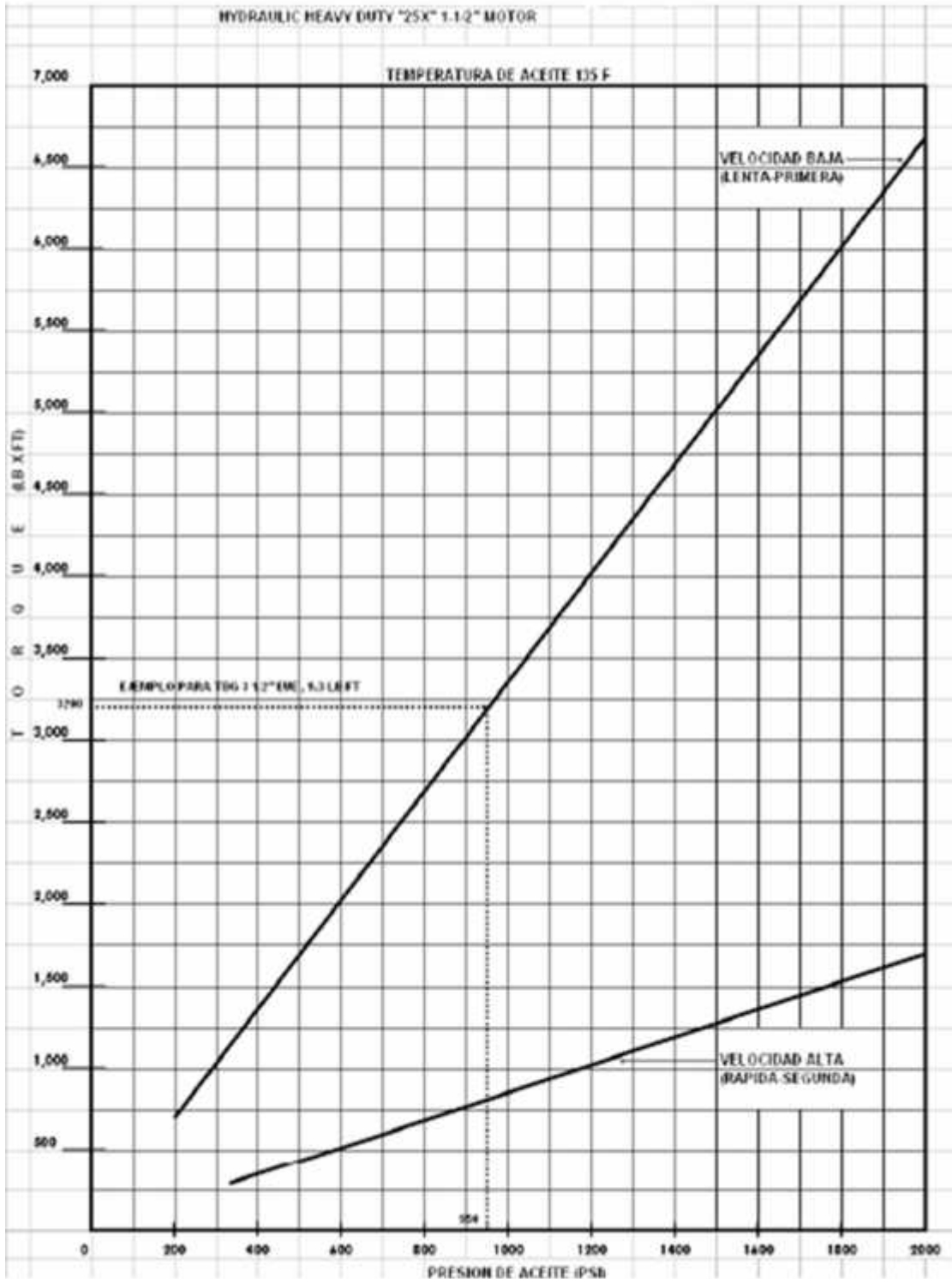


FIGURA 45: Curva de torque Rig FD-11 Fast Drilling
(FD-11, 2012)

2.5.3. Sistema de Circulación

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

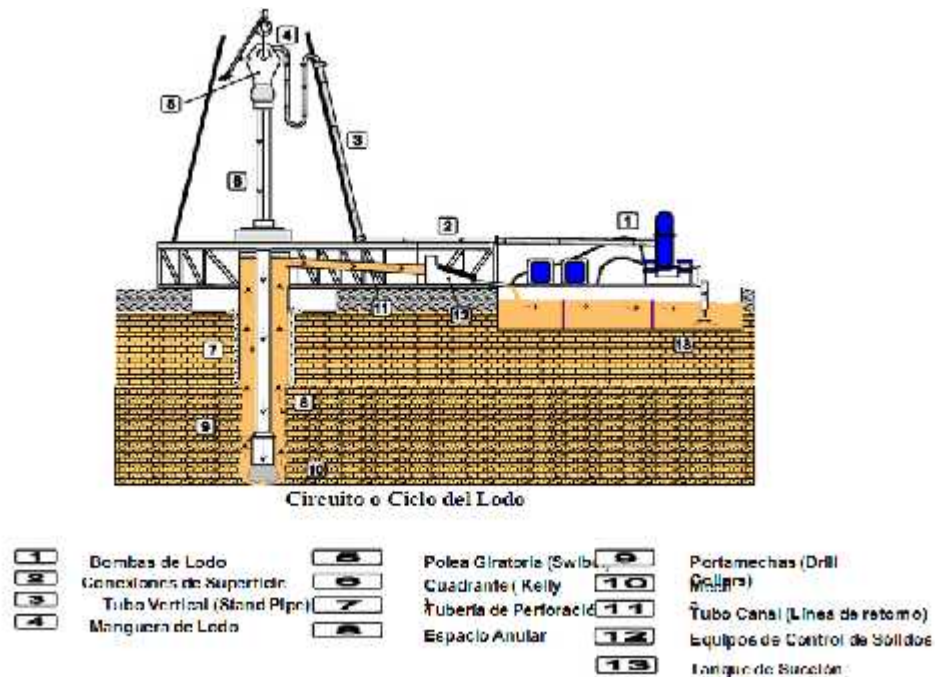


FIGURA 46: Sistema de Circulación

(A primer of Oilwell service, 2014)

El equipo del sistema de circulación consta de gran número de equipos y estructuras como lo son:

Las Bombas de Lodo, las cuales recogen lodo de los tanques y lo envían a través de una **Línea de Descarga** hasta un tubo colocado paralelo al taladro llamado **Tubería Parada o Stand Pipe**. De allí el lodo sube y pasa por una manguera flexible de alta resistencia llamada **Manguera de Lodos** la cual está conectada a la cabeza de inyección o Unión Giratoria, pasa a través de ella y se

dirige al interior del cuadrante para luego seguir su recorrido a través de la tubería de perforación, los portamechas y sale por la mecha subiendo por el espacio anular y sale a la superficie a través de la línea de descarga, cayendo sobre un equipo constituido por un cedazo vibratorio o zaranda vibratoria, en la cual se separan los recortes hechos por la mecha y contenidos en el lodo.



FIGURA 47: Bomba de Lodos



FIGURA 48: Tanque de Lodos.



FIGURA 49: Caseta de químicos.

El área de preparación del lodo en superficie consta de una serie de equipos especiales que facilitan la mezcla y tratamiento del mismo; esta área está conformada por: La **Casa de Química** que es el sitio donde se almacenan los aditivos que se utilizan en la preparación del lodo. El Embudo de Mezcla, equipo utilizado para agregar al lodo los aditivos en forma rápida. El tanque o barril químico es un equipo utilizado para agregar químicos líquidos al lodo de perforación.

2.5.4. Sistema de Generación y Transmisión de Potencia

Este sistema genera y distribuye la potencia que se necesita para operar casi todos los demás sistemas, componentes y subcomponentes del taladro de perforación, este apenas ocupa un área pequeña pero este sistema representa el núcleo del taladro.

La potencia requerida en las operaciones del taladro se genera con el uso de motores de gran potencia de combustión interna, que son la fuente primaria de energía y potencia localizada en el área, según la clase de motor primario

empleado para generar la potencia está se transmite por medios mecánicos o medios eléctricos a los componentes del sistema que la requieren para su funcionamiento.

La energía es transmitida al equipo por dos formas: mecánica o eléctrica.



FIGURA 50: Generadores.

2.5.4.1. Transmisión de potencia mecánica:

Ese sistema está compuesto de motores y de un arreglo elaborado de piñones y cadenas, o sistema de enlaces, que se deben organizar y alinear de manera adecuada.

2.5.4.2. Transmisión de potencia eléctrica:

Este sistema está compuesto por generadores eléctricos accionados por motores diésel. Estos generan la potencia que se transmite por cables hasta todos los sistemas del equipo. La ventaja del sistema eléctrico al sistema mecánico es que elimina la transmisión por cadenas lo cual es muy complejo.

2.5.5. Sistema de Prevención de Reventones o Surgencias

Su principal objetivo es controlar los posibles reventones originados por el aumento de presión del fluido de formación, especialmente si se trata de gas el cual puede causar explosión. Generalmente el lodo controla el flujo de fluidos de la formación. Se presentan fracturas, cuando la mecha penetra una formación permeable que tiene una presión de fluido mayor a la presión hidrostática de la sarta de perforación, los fluidos de formación comenzarán a desplazar el fluido de perforación del pozo.

Los reventones pueden causar pérdidas de vidas del equipo, gran cantidad de reserva de aceite y gas del yacimiento, y la contaminación del medio ambiente cercano al pozo. Es por esto que el sistema de control del pozo es uno de los más importantes. Las principales funciones de un sistema de 'preventores' de reventón son:

- Confinar los fluidos del pozo al recinto del pozo.
- Suministrar el medio para incorporar fluidos al pozo.
- Permitir retirar volúmenes controlados de fluidos del recinto del pozo.
- Además de realizar esas funciones primarias, los sistemas de BOP se usan para:
 - Regular y monitorear la presión del recinto del pozo.
 - Centrar y colgar la sarta de perforación en el pozo.
 - Cerrar el pozo, es decir, sellar el espacio anular entre las tuberías de perforación y de revestimiento.

- “Matar” el pozo o prevenir el flujo de fluidos de la formación al recinto del pozo.
- Sellar el cabezal del pozo (cerrar el recinto).
- Recortar la tubería de revestimiento o de perforación en casos de emergencia.



FIGURA 51: BOP

2.5.5.1. NIPLE CAMPANA (BELL NIPPLE):

Es la sección colocada debajo de la mesa rotatoria y apiñada a la primera válvula de seguridad por donde pasa la sarta, de la cual se desprenden la línea de retorno, que llega a la rumba.

2.5.5.2. PREVENTOR DE TUBERÍA:

Es usado para cerrar el pozo en el caso que se presente una sobrepresión. Tiene una goma sellante que al ser activado aprisiona a la tubería, la parte de la sarta que se encuentra en el pozo, permitiéndole un desplazamiento vertical.



FIGURA 52: Tanque de Lodos.

2.5.5.3. PREVENTOR DE CIZALLAS:

Son preventores tipo cuchillas. Las cuchillas son fácilmente reemplazables, pueden resbalar horizontalmente sobre el eje hasta la posición de cerrado.

2.5.5.4. PREVENTOR CIEGO (BLIND RAMS):

La función de éste es sellar el pozo cerrando las cuchillas sin importar que se encuentre algún tipo de tubería de allí. Se accionan cuando los otros preventores han fallado. Los preventores ciegos aplastarán la tubería de perforación si el pozo es cerrado con la sarta adentro.

2.5.5.5. PREVENTOR FIJO (PIPE RAM):

Consta de unas válvulas de acero con elementos sellantes (las rams o cuchillas). El preventor fijo cierra el tubo impidiéndole cualquier clase de movimiento. Se encuentra entre el mud cross y el preventor ciego. Cierra las cuchillas sin cortar la tubería. Los pipe rams tienen una abertura semicircular la cual se ajusta al diámetro de las tuberías para el cual ella está diseñada.

2.5.5.6. CARRETO DE PERFORACIÓN:

Se encuentra entre la cabeza del pozo y los preventores, de éste se desprenden la línea de válvulas del estrangulador y la línea de matar el pozo. Estas líneas también pueden ser colocadas en los preventores cuando no se utiliza el carrito de perforación.

2.5.5.7. LÍNEA DE MATAR:

Consta de dos válvulas manuales y una válvula cheque que permite el flujo en dirección al pozo para controlar las presiones de las formaciones.

2.5.5.8. ACUMULADOR:

Los preventores son abiertos y cerrados por un fluido hidráulico no corrosivo con un punto de congelamiento bajo, el cual está almacenado en un acumulador. El aceite hidráulico también debe tener buenas características de lubricación y debe ser compatible con las partes de caucho sintético del sistema. El acumulador está localizado en el suelo generalmente cerca del taladro y es accionado por un panel de control situado en la mesa del equipo. El acumulador es capaz de suministrar el

suficiente fluido a alta presión para cerrar todas las unidades en los preventores un mínimo de veces y aún tener una reserva.

Los acumuladores son mantenidos con una pequeña bomba, para que el operador tenga la posibilidad de cerrar el pozo inmediatamente, sin tomar en cuenta la potencia normal del equipo.



FIGURA 53: Acumulador.

Metodología

3. NORMAS ECUATORIANAS Y NORMAS API

Debemos mencionar que en el estado ecuatoriano todos los Reglamentos y las Normativas tienen un orden jerárquico que se base en la pirámide de Kelsen, en este capítulo se plasma las normas estandarizadas a nivel internacional y el buen uso de ellas hace que exista una excelente operación al inspeccionar un equipo, de esta forma el cliente garantiza un equipo de calidad y que cumpla con estándares internacionales.



FIGURA 54: Pirámide de Kelsen

(2013)

En el Ecuador el organismo encargado del desarrollo de normas para las industrias a nivel nacional, es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) el cual mediante subcomités técnicos y delegados de las áreas involucradas discuten y elaboran una norma técnica oficial. A continuación se cita algunas instituciones y organismos que establecen normas Técnicas:

ISO.- Organización Internacional de Normalización.

INEN.- Instituto Ecuatoriano de Normalización.

ASTM.- Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.

API.- Instituto Americano de Petróleos.

ASNT.- Sociedad Americana para Ensayos No Destructivos.

ASME.- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

3.1. Constitución de la República del Ecuador

TITULO II: Derechos

Capitulo Sexto: Derechos del Buen Vivir.

Sección Octava: Trabajo y Seguridad Social.

Art. 33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa,

remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.

Art. 34.- El derecho a la seguridad social es un derecho irrenunciable de todas las personas, y será deber y responsabilidad primordial del Estado. La seguridad social se regirá por los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación, para la atención de las necesidades individuales y colectivas.

El Estado garantizará y hará efectivo el ejercicio pleno del derecho a la seguridad social, que incluye a las personas que realizan trabajo no remunerado en los hogares, actividades para el auto sustento en el campo, toda forma de trabajo autónomo y a quienes se encuentran en situación de desempleo.

TITULO VI: Régimen de Desarrollo

Capítulo Sexto: Trabajo y Producción

Sección Segunda: Tipos de Propiedad

Art. 322.- Se reconoce la propiedad intelectual de acuerdo con las condiciones que señale la ley. Se prohíbe toda forma de apropiación de conocimientos colectivos, en el ámbito de las ciencias, tecnologías y saberes ancestrales. Se prohíbe también la apropiación sobre los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agro-biodiversidad.

Sección Tercera: Formas de Trabajo y su Retribución

Art. 325.- El Estado garantizará el derecho al trabajo. Se reconocen todas las modalidades de trabajo, en relación de dependencia o autónomas, con inclusión de labores de autosustento y cuidado humano; y como actores sociales productivos, a todas las trabajadoras y trabajadores.

Art. 327.- La relación laboral entre personas trabajadoras y empleadoras será bilateral y directa.

Se prohíbe toda forma de precarización, como la intermediación laboral y la tercerización en las actividades propias y habituales de la empresa o persona empleadora

Art. 328.- La remuneración será justa, con un salario digno que cubra al menos las necesidades básicas de la persona trabajadora, así como las de su familia; será inembargable, salvo para el pago de pensiones por alimentos.

Art. 330.- Se garantizará la inserción y accesibilidad en igualdad de condiciones al trabajo remunerado de las personas con discapacidad.

Art. 331.- El Estado garantizará a las mujeres igualdad en el acceso al empleo, a la formación y promoción laboral y profesional, a la remuneración equitativa, y a la iniciativa de trabajo autónomo.

TITULO VII: Régimen del Buen Vivir

Capítulo Primero: Inclusión y Equidad

Sección Tercera: Seguridad Social

Art. 367.- El sistema de seguridad social es público y universal, no podrá privatizarse y atenderá las necesidades contingentes de la población.

Art. 369.- El seguro universal obligatorio cubrirá las contingencias de enfermedad, maternidad, paternidad, riesgos de trabajo, cesantía, desempleo, vejez, invalidez, discapacidad, muerte y aquellas que defina la ley.

TITULO VII: Régimen del Buen Vivir

Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales

Sección Cuarta: Recursos naturales

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

3.2. Ley de Hidrocarburos

CAPITULO II: Dirección y Ejecución de la Política de Hidrocarburos

Art. 6.- Corresponde a la Función Ejecutiva la formulación de la política de hidrocarburos. Para el desarrollo de dicha política, su ejecución y la aplicación de esta Ley, el Estado obrará a través del Ministerio del Ramo y de la Secretaría de Hidrocarburos.

Art. 6-A.- Secretaría de Hidrocarburos (SH).- Créase la Secretaría de Hidrocarburos, SH, como entidad adscrita al Ministerio Sectorial, con personalidad jurídica, patrimonio propio, autonomía administrativa, técnica, económica, financiera y operativa, que administra la gestión de los recursos naturales no renovables hidrocarburíferos y de las sustancias que los acompañen, encargada de ejecutar las actividades de suscripción, administración y modificación de las áreas y contratos petroleros. Para este efecto definirá las áreas de operación directa de las empresas públicas y las áreas y actividades a ser delegadas a la gestión de empresas de economía mixta y excepcionalmente a las empresas privadas, nacionales e internacionales, sometidas al régimen jurídico vigente, a la Ley de Hidrocarburos y demás normas que la sustituyan, modifiquen o adicionen.

Atribuciones.- Son atribuciones de la Secretaría de Hidrocarburos, las siguientes:

- a) Suscribir, a nombre del Estado ecuatoriano, los contratos de exploración y explotación, industrialización y transporte, previa adjudicación por parte del Ministerio Sectorial.
- b) Aprobar planes y programas técnicos y económicos para la correcta ejecución de las actividades y de los contratos de exploración y explotación, industrialización y transporte, de conformidad con la presente Ley.
- c) Diseñar, evaluar y realizar estrategias de promoción de la exploración y explotación, industrialización y transporte de hidrocarburos y divulgarlas con las mejores prácticas internacionales.

- d) Evaluar el potencial hidrocarburífero del país.
- e) Mantener el Registro de Hidrocarburos.

- f) Administrar los contratos que suscriba y controlar su ejecución.

- g) Administrar las áreas hidrocarburíferas del Estado y asignarlas para su exploración y explotación.

- h) Administrar la participación del Estado en los volúmenes de hidrocarburos que le corresponda en los contratos de exploración y explotación de hidrocarburos.

- i) Apoyar al Ministerio Sectorial en la formulación de la política gubernamental en materia de hidrocarburos.

- j) Administrar la información de las áreas y contratos de exploración y explotación, industrialización y transporte de hidrocarburos y asegurar su preservación, integridad y utilización.

- k) Administrar y disponer de los bienes que por cualquier concepto se reviertan al Estado, por mandato de esta Ley.

- l) Fijar las tasas de producción de petróleo de acuerdo con los contratos y los reglamentos.

- m) Emitir informe previo a la autorización del Ministerio Sectorial para la transferencia o cesión de derechos de los contratos de exploración y explotación de hidrocarburos, así como para las autorizaciones inherentes a las actividades de transporte, almacenamiento, industrialización y comercialización, cuando corresponda.

- n) Solicitar al Ministerio Sectorial, mediante informe motivado, la caducidad de los contratos de exploración y explotación de hidrocarburos, o la revocatoria de autorizaciones o licencias emitidas por el Ministerio Sectorial en las demás actividades hidrocarburíferas.
- o) Las demás que correspondan de conformidad con esta Ley y el Reglamento.

Art. 11.- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH).- Créase la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, ARCH, como organismo técnico-administrativo, encargado de regular, controlar y fiscalizar las actividades técnicas y operacionales en las diferentes fases de la industria hidrocarburífera, que realicen las empresas públicas o privadas, nacionales, extranjeras, empresas mixtas, consorcios, asociaciones, u otras formas contractuales y demás personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras que ejecuten actividades hidrocarburíferas en el Ecuador.

Atribuciones.- Son atribuciones de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, las siguientes:

- a) Regular, controlar y fiscalizar las operaciones de exploración, explotación, industrialización, refinación, transporte, y comercialización de hidrocarburos.
- b) Controlar la correcta aplicación de la presente Ley, sus reglamentos y demás normativa aplicable en materia hidrocarburífera.
- c) Ejercer el control técnico de las actividades hidrocarburíferas.
- d) Auditar las actividades hidrocarburíferas, por sí misma o a través de empresas especializadas.

- e) Aplicar multas y sanciones por las infracciones en cualquier fase de la industria hidrocarburífera, por los incumplimientos a los contratos y las infracciones a la presente Ley y a sus reglamentos.
- f) Conocer y resolver sobre las apelaciones y otros recursos que se interpongan respecto de las resoluciones de sus unidades desconcentradas.
- g) Intervenir, directamente o designando interventores, en las operaciones hidrocarburíferas de las empresas públicas, mixtas y privadas para preservar los intereses del Estado.
- h) Fijar y recaudar los valores correspondientes a las tasas por los servicios de administración y control.
- i) Ejercer la jurisdicción coactiva en todos los casos de su competencia.
- j) Solicitar al Ministerio Sectorial, mediante informe motivado, la caducidad de los contratos de exploración y explotación de hidrocarburos, o la revocatoria de autorizaciones o licencias emitidas por el Ministerio Sectorial en las demás actividades hidrocarburíferas.
- k) Las demás que le correspondan conforme a esta Ley y los reglamentos que se expidan para el efecto.

CAPITULO IV: Petróleo Crudo y Gas Natural

Art. 32.- El Estado autoriza, de acuerdo con las formas contractuales previstas en esta Ley, la explotación de petróleo crudo y/o gas natural, CO₂ o sustancias

asociadas; por lo tanto, los contratistas o asociados, tienen derecho solamente sobre el petróleo crudo y/o gas natural, CO₂ o sustancias asociadas que les corresponda según dichos contratos.

Art. 60.- La Secretaría de Hidrocarburos autorizará que contratistas de explotación construyan oleoductos secundarios para el transporte de petróleo hasta los centros de recolección, o para conectarse con oleoductos principales.

Art. 61.- El funcionamiento inicial de un oleoducto o de un gasoducto requerirá un permiso de operación la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, el que será otorgado previo informe técnico de eficiencia y seguridad.

CAPITULO X: Disposiciones Generales

Art. 87.- El Ministerio de Finanzas, previo informe favorable de la Secretaría de Hidrocarburos, liberará de los impuestos aduaneros la importación de equipos, maquinarias, implementos y otros materiales necesarios para la exploración y explotación de hidrocarburos, durante el período de exploración y en los primeros diez años del período de explotación, siempre que dichos artículos no se produzcan en el País.

3.3. Estatuto por Procesos ARCH

Art. 17.- Del Proceso de Regulación y Normativa Hidrocarburífera.- Elaborar y actualizar, de manera permanente y progresiva, la normativa del sector para regular, controlar y fiscalizar todas las fases de la industria hidrocarburífera; así como el marco que permita sancionar las infracciones.

3.4. API RP 4G: "Funcionamiento, inspección, mantenimiento y reparación de equipos de perforación y estructuras de reacondicionamiento de pozos"

Alcance

Las estructuras deben dar un rendimiento satisfactorio cuando se use dentro de la capacidad de carga estipulada. Se tiene en cuenta si la profundidad es adecuada para la carga impuesta esto es primordial para la selección apropiada de la estructura de reacondicionamiento de pozos. Todo el personal debe tener un entrenamiento de izaje, desmontaje y uso de la estructura de todo el equipo.

General

Inspección, mantenimiento y procedimientos de reparación deben ser realizados por una persona que por la posesión de un grado reconocido, certificado o reputación profesional, la formación o la experiencia ha demostrado con éxito la capacidad de resolver problemas relacionados a la materia, el trabajo, o el sujeto. Los inspectores deben estar familiarizados con el tipo de equipo a evaluar.

Inspección

El objetivo de estas inspecciones es detectar defectos. La existencia de grietas o daños mecánicos puede indicar un deterioro grave e inminente fracaso. Su detección, identificación y evaluación requieren una inspección precisa.

Cualquier defecto de fabricación debe ser reparado o reemplazado, e informar al fabricante. Los siguientes controles de rutina según sea el caso se deben hacer en los intervalos adecuados.

- Seguir las instrucciones del fabricante cuando revise los circuitos hidráulicos y la purga de aire del sistema de elevación antes de cada

operación de descenso. Asegúrese de que haya un suministro adecuado de aceite hidráulico. Se deben tomar precauciones para eliminar todo el aire del sistema hidráulico.

- Los cilindros hidráulicos, tuberías y mangueras deben ser revisadas para detectar fugas. Los sellos y las mangueras deben ser revisadas en busca de grietas y / o desgaste. La reparación de cilindros hidráulicos siempre debe ser realizada por personal calificado.
- Mantener mecanismos y guías limpias y bien lubricadas.
- Controlar el desgaste y la lubricación de las poleas de la corona.
- Comprobar la lubricación y el estado de los rodamientos en todas las poleas, ruedas dentadas, pasadores, etc, que son parte del mecanismo de levantamiento.

Cualquier daño que se encuentre durante la inspección se define como mayor, secundario, o de menor importancia, de la siguiente manera:

- **Daño mayor:** Distorsión geométrica significativa o daño estructural de los componentes que lleva la carga, incluyendo el montaje, partes principales, puntos de articulación y la corona.
- **Daño Secundario:** daño o distorsión de los componentes de levantamiento de carga.
- **Daño menor:** daño o la distorsión de los dispositivos complementarios, es decir, escaleras, encuelladero, barandas, etc.

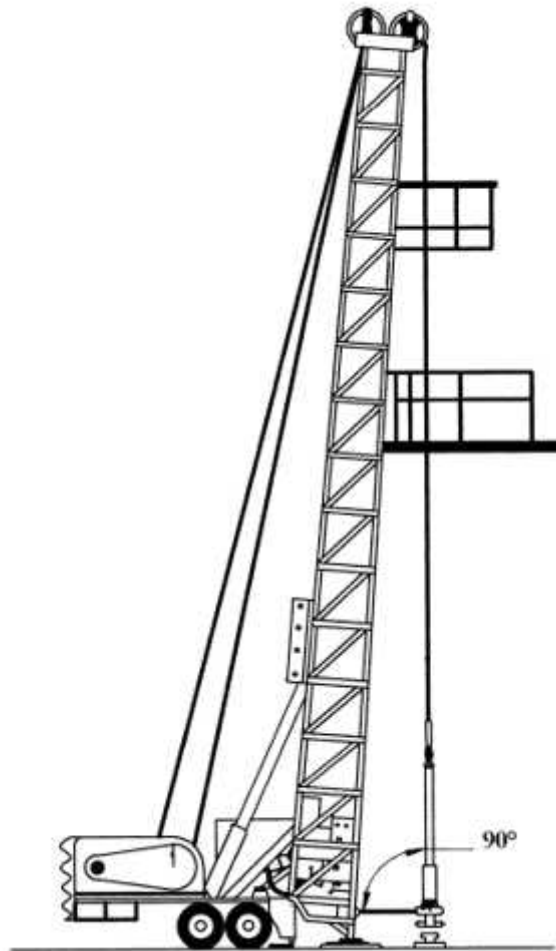


FIGURA 55: Posición de la torre para la colocación de la Llave Hidráulica
(Weatherford, 2014)

3.5. API RP 9B “Prácticas recomendadas sobre la aplicación, cuidado y uso del cable”

Alcance

En esta norma se anuncian prácticas recomendadas para el cuidado del cable de perforación y su aplicación en la industria petrolera, para servicios en el campo se suele referir como una línea de cable.

Barro y la suciedad.- Debe ser evitado girar el carrete o dejarlo reposar en cualquier medio perjudicial para el acero, como barro, tierra o cenizas.

Los cuidados al manipular el cable de perforación garantizan el tiempo de vida útil.

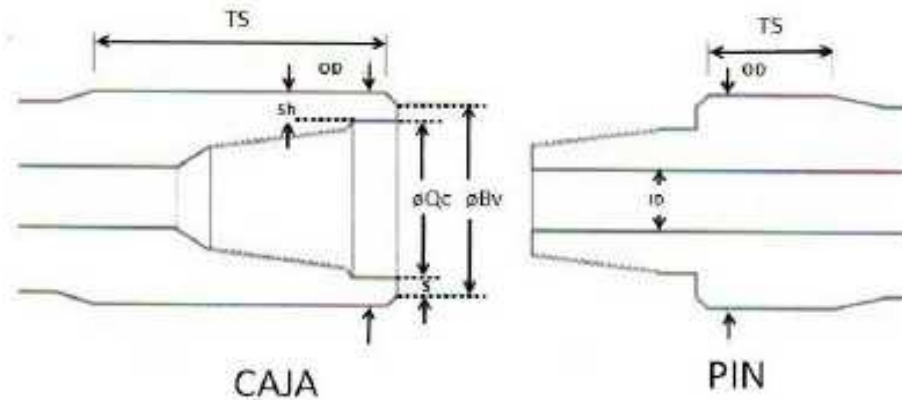
3.6. API RP 7G “Práctica recomendada para la construcción y funcionamiento de los límites de la barra de perforación”

- Los conectores son definitivamente la parte de la tubería que siempre tiende a dañarse después de un determinado tiempo de rotación.
- Es recomendable hacer una inspección con partículas magnéticas cada 1,000 horas de rotación incluyendo los tiempos de circulación de lodo.
- La norma establece medidas estándar para los conectores de la tubería de perforación.

Tabla 9: Medidas Estándar para conexiones

OD min	6-5/16 pulg.	Max Qc	5-3/8 pulg.
ID max	3-13/32 pulg.	Max diam Bv	6-5/64 pulg.
Min Shoulder	29/64 pulg.	Min TS Pin	4-3/4 pulg.
Min Seal	21/64 pulg.	Min TS Box	6-1/8 pulg.

(API, 2014)



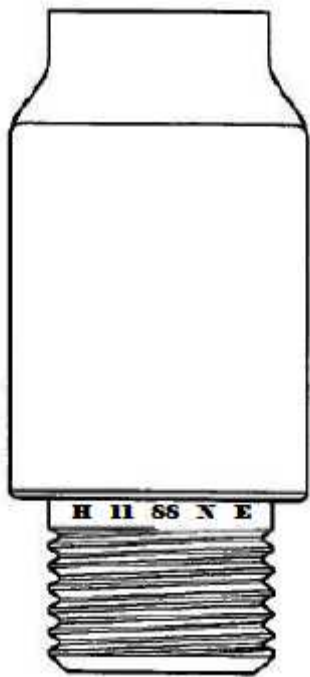
TS: TONG SPACE - ESPACIO PARA LLAVE
 Sh: SHOULDER - ANCHO DEL HOMBRO EN EL BOX
 øQc: DIAMETRO DEL COUNTER BORE
 øBv: DIAMETRO DEL BISEL
 S: SEAL - ANCHO DEL SELLO EN LA CAJA
 OD: DIAMETRO EXTERNO
 ID: DIAMETRO INTERNO

FIGURA 56: Medidas de Conectores

(API, 2014)

- Todas los acoples API tienen un punto de cedencia mínimo de 120,000 lbs/pulg² independientemente del grado de la tubería de perforación en la que se usen (E, X, G, S).
- API fija la resistencia a la torsión del acople en 80 % de la resistencia a la torsión del tubo, esto equivale a una razón de resistencia a la torsión de 0.8.
- El punto de cedencia como el esfuerzo de tensión que se requiere para producir una elongación total de 0.5% de la longitud medida de un espécimen de prueba, determinado por un extensómetro o multiplicando divisores.
- El torque de conexión es 60 % de la capacidad de torsión del acople.

- La identificación de tubería de perforación está regulada por una norma API y permite visualizar datos importantes sobre la tubería. La identificación viene impresa en la base del pin. A continuación se muestra un ejemplo de la identificación API para tubería de perforación.



H: Compañía fabricante del tool joint (caso ficticio)

11: Mes de suelda (11 = Noviembre)

88: Año de suelda (88 = 1988)

N: Símbolo de la compañía fabricante de la tubería (caso ficticio)

E: Grado de tubería (E-Grado E75)

FIGURA 57: Identificación de la tubería según norma API

(API, 2014)

- La grasa de tubería es utilizada específicamente para la lubricación de las roscas y aliviar las fuerzas de torque.
- La grasa de tubería debe ser aplicada en cada conexión, la falta de lubricación en las roscas puede ocasionar un fundimiento por sobretorque entre las roscas de la caja y el pin.

- La grasa provee un factor de fricción calculado con el valor de 0.08 según la norma API RP 7G, este valor se usa en la fórmula API para el cálculo de torque.

3.7. API SPEC 5CT “Especificaciones para tubería de revestimiento y tubería de producción”

- Esta norma hace referencia a un sin número de ensayos destructivos para conocer las propiedades químicas y mecánicas, ensayos tales como de tracción, de fuerza, hidrostática y dimensionales.
- Haciendo referencia a los ensayos no destructivos END esta norma incluye, ensayos dimensionales para determinar espesores de pared, la desviación de la tubería, determinar la longitud del tubo, su peso y demás de la inspección visual tanto del cuerpo como de los extremos de la tubería.

3.8. Calculo de torque

Las fórmulas para el cálculo del torque en una conexión de tubería dependen de varios factores como:

- La dureza del metal (determinado por el grado de la tubería).
- El tamaño de la conexión.
- Un coeficiente de fricción (determinado por las grasas que se usan para lubricar la tubería antes de la conexión).

- El tipo de rosca.
- La relación entre conexiones equivalentes y conexiones numeradas (NC).

Las fórmulas para calcular el torque vienen determinadas en la norma API RP 7G (Recommended Practice for Drill Stem Design and Operating Limits) y datos de tablas de la norma API SPEC 7 (Specification for Rotary Drill Stem Elements).

La fórmula para el cálculo de torque proviene de la norma API RP7G y es la siguiente:

$$T = \frac{SA}{12} \left[\frac{p}{2\pi} + \frac{Rt f}{\cos \theta} + Rsf \right] \quad \text{Ec. [2]}$$

Dónde:

T	Es el máximo torque recomendado (lbs / pie).
S	Punto mínimo de cedencia (lbs/ pulg ²). Las fórmulas del cálculo del torque están basadas en el 60% del punto mínimo de cedencia según el grado de la tubería (Norma API RP7G apartado 4.8.1)
A	Área de corte transversal, (pulg ²).
P	Pitch, es la distancia entre hilos de la rosca, en pulgadas, tabla A1 columna 8 norma API RP7G
Rt	Es una variable calculada.
f	Factor de fricción, se asume como un valor de 0.08 según la norma API RP7G.
θ	Angulo de la rosca, tabla A-1 columna 9 de la norma API RP7G
Rs	Es una variable calculada

Las variables calculadas de esta fórmula son:

A: Área de corte transversal (con y sin ranuras de alivio).

El valor del área depende de dos fórmulas A_b y A_p y se escoge el resultado de menor valor.

$$A_b = \frac{\pi}{4} [OD^2 - (Q_c - E)^2] \quad \text{Ec. [3]}$$

Donde:

OD	Diámetro externo del tool joint.
Q_c	Diámetro del counterbore, tabla #25, columna 11 de la norma API SPEC 7
E	$tpr \times \frac{3}{8} \times \frac{1}{12}$
tpr	Taper, medida interna del tool joint, tabla # 25, columna 4 de la norma API SPEC 7.

Área (con ranuras de alivio):

$$A_p = \frac{\pi}{4} [Drg^2 - ID^2] \quad \text{Ec. [4]}$$

Donde:

Drg	Diámetro de la ranura de alivio, tabla # 16, columna 5 de la norma API SPEC 7
ID	Diámetro interno del tool joint

Área (sin ranuras de alivio, aplica cuando el OD del tool joint es a 5½ pulgadas):

$$A_p = \frac{\pi}{4} [(C - B)^2 - ID^2] \quad \text{Ec. [5]}$$

Dónde:

C	Diámetro de la rosca, tabla #25, columna 5 de la norma API SPEC 7.
B	$2 \left(\frac{H}{2} - Srs \right) + tpr \times \frac{1}{8} \times \frac{1}{12}$

Dónde:

H	Altura de la rosca, tabla #26, columna 3 de la norma API SPEC 7
Alt Diá	Diámetro de la rosca, tabla #25, columna 5 de la norma API SPEC 7.
Rt	$\frac{C + [C - (Lpc - 0.625) \times tpr \times \frac{1}{12}]}{4}$

Dónde:

Lpc	Longitud del pin, tabla #25, columna 9 de la norma API SPEC 7.
Rs	$\frac{1}{8} (OD + Qc)$

En la siguiente figura se muestran las variables que intervienen en la fórmula para el cálculo de torque en una conexión de tubería.

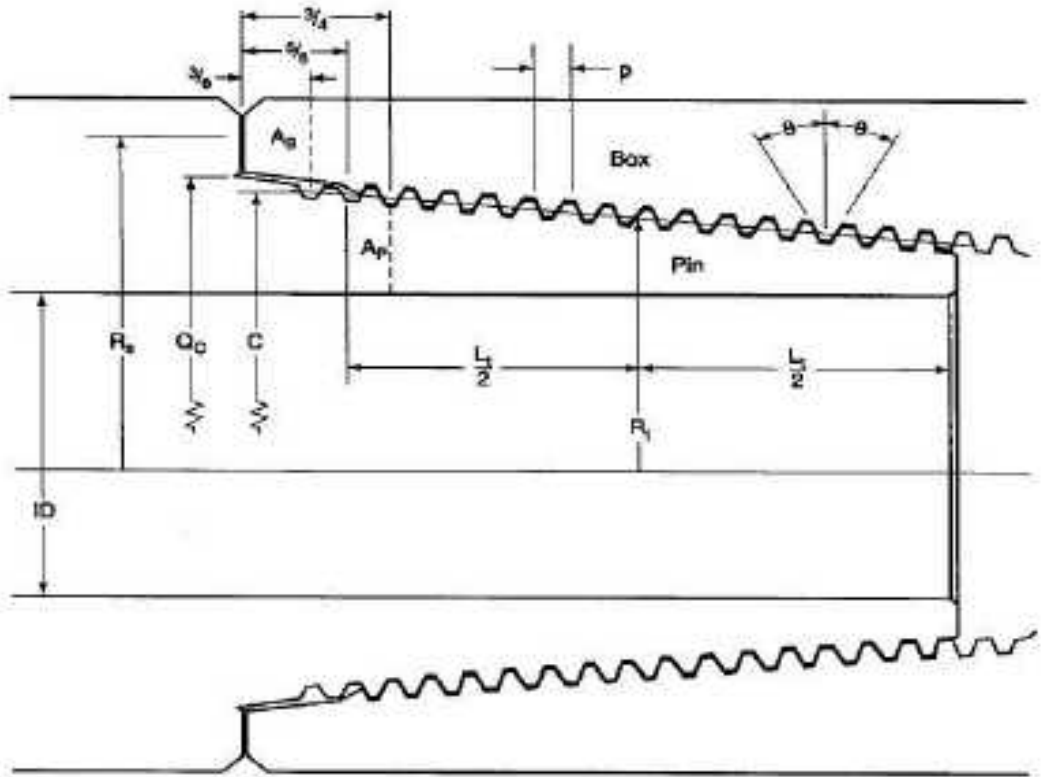


FIGURA 58: Variables que intervienen en el cálculo del torque según norma API RP 7G
(API, 2014)

Tabla 10: Tabla A-1 Norma API RP 7G

Table A-1—Rotary Shouldered Connection Thread Element Information

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Connection Type	Pitch Diameter C	Taper	Flt Length	Thread Height Not Truncated	Root Transition	Normal Countersink	Thread Pitch	Thread Angle θ	Stress Relief Groove Diameter	Bore-Back Cylinder Diameter	Low Torque Countersink	Low Torque Bevel Diameter
NC10	1.063000	1.500000	1.500000	0.144100	0.040600	1.314000	1.6667	30	—	—	—	—
NC12	1.265000	1.500000	1.750000	0.144100	0.040600	1.400000	1.6667	30	—	—	—	—
NC13	1.391000	1.500000	1.750000	0.144100	0.040600	1.532000	1.6667	30	—	—	—	—
NC16	1.609000	1.500000	1.750000	0.144100	0.040600	1.751000	1.6667	30	—	—	—	—
NC23	2.345000	2.000000	3.000000	0.216005	0.038000	2.629000	2.5000	30	2.140625	2.218750	—	—
NC26	2.688000	2.000000	3.000000	0.216005	0.038000	2.897500	2.5000	30	2.375000	2.511250	—	—
NC31	3.183000	2.000000	3.500000	0.216005	0.038000	3.453125	2.5000	30	2.890625	2.953125	—	—
NC35	3.571000	2.000000	3.750000	0.216005	0.038000	3.812500	2.5000	30	3.231000	3.234375	—	—
NC38	3.808000	2.000000	4.000000	0.216005	0.038000	4.078125	2.5000	30	3.508000	3.468750	—	—
NC40	4.072000	2.000000	4.500000	0.216005	0.038000	4.343750	2.5000	30	3.775000	3.656250	—	—
NC44	4.417000	2.000000	4.500000	0.216005	0.038000	4.687500	2.5000	30	4.170000	4.000000	—	—
NC46	4.636000	2.000000	4.500000	0.216005	0.038000	4.962500	2.5000	30	4.326000	4.203125	—	—
NC50	5.041700	2.000000	4.500000	0.216005	0.038000	5.312500	2.5000	30	4.742000	4.629000	—	—
NC56	5.616000	3.000000	5.000000	0.215379	0.038000	5.937500	2.5000	30	5.277000	4.798875	—	—
NC61	6.178000	3.000000	5.500000	0.215379	0.038000	6.500000	2.5000	30	5.839000	5.214375	—	—
NC70	7.053000	3.000000	6.000000	0.215379	0.038000	7.375000	2.5000	30	6.714000	5.984375	—	—
NC77	7.741000	3.000000	6.500000	0.215379	0.038000	8.062500	2.5000	30	7.402000	6.848875	—	—
5 1/2 IF	6.189000	2.000000	5.000000	0.216005	0.038000	6.453125	2.5000	30	5.890625	5.687500	—	—
6 1/4 IF	7.251000	2.000000	5.000000	0.216005	0.038000	7.515625	2.5000	30	6.953125	6.750000	—	—
1 REG	1.154000	1.500000	1.500000	1.441000	0.040600	1.301000	1.6667	30	—	—	—	—
1 1/2 REG	1.541000	1.500000	2.000000	1.441000	0.040600	1.688000	1.6667	30	—	—	—	—
2 1/8 REG	2.365370	3.000000	3.000000	0.172303	0.020000	2.687500	2.0000	30	2.015625	2.062500	—	—
2 1/4 REG	2.740370	3.000000	3.500000	0.172303	0.020000	3.062500	2.0000	30	2.390625	2.312500	—	—
3 1/5 REG	3.279870	3.000000	3.750000	0.172303	0.020000	3.562500	2.0000	30	2.908250	2.718750	—	—
4 1/2 REG	4.364870	3.000000	4.250000	0.172303	0.020000	4.687500	2.0000	30	4.013000	3.718750	—	—
5 1/2 REG	5.234020	3.000000	4.750000	0.215379	0.025000	5.578125	2.5000	30	4.869000	4.500000	—	—
6 1/4 REG	5.257800	2.000000	5.000000	0.216005	0.025000	6.062500	2.5000	30	5.417000	5.281250	—	—
7 1/4 REG	6.714330	3.000000	5.250000	0.215379	0.025000	7.093750	2.5000	30	6.340000	5.859375	7.750000	9.250000
8 1/4 REG	7.666580	3.000000	5.375000	0.215379	0.025000	8.046875	2.5000	30	7.301000	6.781250	9.000000	10.500000
2 1/4 FH	3.365400	3.000000	3.500000	0.172303	0.020000	3.687500	2.0000	30	—	—	—	—
3 1/2 FH	3.734000	3.000000	3.750000	0.172303	0.020000	4.046875	2.0000	30	3.421875	3.218750	—	—
4 1/2 FH	4.532000	3.000000	4.000000	0.172303	0.020000	4.875000	2.0000	30	4.180000	3.953125	—	—
5 1/2 FH	5.591000	2.000000	5.000000	0.216005	0.025000	5.962500	2.5000	30	5.250000	5.109375	—	—
6 1/4 FH	6.519600	2.000000	5.000000	0.216005	0.025000	6.843750	2.5000	30	6.171875	6.046875	—	—
2 1/4 SL-REG	2.578000	1.250000	2.812500	0.166215	0.034107	2.765625	3.3333	45	2.328125	2.531250	—	—

(API, 2014)

Tabla 11: Tabla # 16 Norma API SPEC 7

Table 16—Stress-Relief Features for Drill Collar Connections

1	2	3	4	5	6
Number or Size and Style of Connection ¹	Length Shoulder	Diameter of Cylinder	Taper of Area	Diameter of Pin Member at Groove in., +0 -0.01 in. D_{90}	Length
	Face to Last Thread	Area of Box	Behind Cylinder Area		Shoulder Face to
	Scratch of Box Member	Member	of Box Member		Groove of Box Member
	in., $\pm 1/16$ in. L_5	in., $+1/64 -0$ in. D_{70}	in./ft., $\pm 1/4$ in./ft. TPF		in., $+0 -1/8$ in. L_{90}
NC35	3 1/8	3 11/16	2	3.231	3 3/8
NC38 (3 1/2 IF)	3 1/2	3 11/16	2	3.508	3 5/8
NC40 (4 FH)	4	3 11/16	2	3.772	4 1/8
NC44	4	4	2	4.117	4 1/8
NC46 (4 IF)	4	4 11/16	2	4.326	4 1/8
NC50 (4 1/2 IF)	4	4 1/8	2	4.742	4 1/8
NC56	4 1/2	4 11/16	3	5.277	4 5/8
NC61	5	5 11/16	3	5.839	5 1/8
NC70	5 1/2	5 11/16	3	6.714	5 5/8
NC77	6	6 11/16	3	7.402	6 1/8
4 1/2 REG	3 3/4	3 11/16	3	4.013	3 7/8
4 1/2 FH	3 1/2	3 11/16	3	4.180	3 7/8
5 1/2 REG	4 1/4	4 1/2	3	4.869	4 3/8
6 1/8 REG	4 1/2	5 1/16	2	5.417	4 5/8
7 1/8 REG	4 1/4	5 11/16	3	6.349	4 7/8
8 1/8 REG	4 7/8	6 11/16	3	7.301	5

(SPEC7, 2003)

Tabla 12: Tabla # 25 Norma API SPEC 7

Table 25—Product Dimensions Rotary Shouldered Connections

1	2	3	4	Pitch			8	Minimum		11	12		
				Taper, Inches Per Foot on Diameter	Diameter of Thread at Gauge Point	Large Diameter of Pin		Diameter of Flat on Pin	Small Diameter of Pin			Length of pin ^a	Length of Box
Connection Number or Size	Thread Form	Threads Per Inch		C	D _L	D _{LF}	D _S	+0 -1/4	L _{PC}	L _{BR}	+3/4 -0	+1/32 -1/64	Q _C
Number (NC) Style													
NC23	V-0.038R	4	2	2.35500	2.563	2.437	2.063	3	3 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	
NC26	V-0.038R	4	2	2.66800	2.876	2.750	2.376	3	3 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	
NC31	V-0.038R	4	2	3.18300	3.391	3.264	2.808	3 1/2	3 1/4	3 1/4	4 1/4	3 1/4	
NC35	V-0.038R	4	2	3.53100	3.739	3.625	3.114	3 3/4	3 1/4	3 1/4	4 1/4	3 1/4	
NC38	V-0.038R	4	2	3.80800	4.016	3.891	3.349	4	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/4	
NC40	V-0.038R	4	2	4.07200	4.280	4.156	3.530	4 1/2	4 1/4	4 1/4	5 1/4	4 1/4	
NC44	V-0.038R	4	2	4.41700	4.625	4.499	3.875	4 1/2	4 1/4	4 1/4	5 1/4	4 1/4	
NC46	V-0.038R	4	2	4.62600	4.834	4.709	4.084	4 1/2	4 1/4	4 1/4	5 1/4	4 1/4	
NC50	V-0.038R	4	2	5.04170	5.250	5.135	4.500	4 1/2	4 1/4	4 1/4	5 1/4	5 1/4	
NC56	V-0.038R	4	3	5.61600	5.876	5.703	4.626	5	5 1/4	5 1/4	5 1/4	5 1/4	
NC61	V-0.038R	4	3	6.17800	6.438	6.264	5.063	5 1/2	5 1/4	5 1/4	6 1/4	6 1/4	
NC70	V-0.038R	4	3	7.05300	7.313	7.141	5.813	6	6 1/4	6 1/4	6 1/4	7 1/4	
NC77	V-0.038R	4	3	7.74100	8.000	7.828	6.376	6 1/2	6 1/4	6 1/4	7 1/4	8 1/4	
Regular (REG) Style													
2 1/4 REG	V-0.040	5	3	2.36537	2.625	2.515	1.875	3	3 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	
2 7/8 REG	V-0.040	5	3	2.74037	3.000	2.890	2.125	3 1/2	3 1/4	3 1/4	4 1/4	3 1/4	
3 1/2 REG	V-0.040	5	3	3.23987	3.500	3.390	2.562	3 3/4	3 1/4	3 1/4	4 1/4	3 1/4	
4 1/2 REG	V-0.040	5	3	4.36487	4.625	4.515	3.562	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/4	
5 1/2 REG	V-0.050	4	3	5.23402	5.520	5.410	4.333	4 1/4	4 1/4	4 1/4	5 1/4	5 1/4	
6 1/2 REG	V-0.050	4	2	5.75780	5.992	5.882	5.159	5	5 1/4	5 1/4	5 1/4	6 1/4	
7 1/2 REG	V-0.050	4	3	6.71453	7.000	6.890	5.688	5 1/4	5 1/4	5 1/4	5 1/4	7 1/4	
8 1/2 REG	V-0.050	4	3	7.66658	7.952	7.840	6.608	5 3/4	5 1/4	5 1/4	6	8 1/4	
Full-Hole (FH) Style													
5 1/2 FH	V-0.050	4	2	5.59100	5.825	—	4.992	5	5 1/4	5 1/4	5 1/4	5 1/4	
6 1/2 FH	V-0.050	4	2	6.51960	6.753	—	5.920	5	5 1/4	5 1/4	5 1/4	6 1/4	

(SPEC7, 2003)

3.9 Decreto ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”

Capítulo IV: Utilización y Mantenimiento de Maquinas fijas.

Art. 91.- Utilización

- Las máquinas se utilizarán únicamente en las funciones para las que han sido diseñadas.
- Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar.
- No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos.
- Para las operaciones de alimentación, extracción y cambio de útiles, que por el peso, tamaño, forma o contenido de las piezas entrañen riesgos, se dispondrán los mecanismos y accesorios necesarios para evitarlos.

Art. 92.- Mantenimiento

- El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado.
- Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.
- Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre

desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.

- En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.

Art. 93.- Reparación y puesta a punto

- Se adoptarán las medidas necesarias conducentes a detectar de modo inmediato los defectos de las máquinas, resguardos y dispositivos de seguridad, así como las propias para subsanarlos, y en cualquier caso se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el artículo anterior.

Capítulo V: Máquinas Portátiles

Art. 94.- Utilización y Mantenimiento

- La utilización de las máquinas portátiles se ajustará a lo dispuesto en el artículo 91.
- Al dejar de utilizar las máquinas portátiles, aun por períodos breves, se desconectarán de su fuente de alimentación.
- Las máquinas portátiles serán sometidas a una inspección completa, por personal calificado para ello, a intervalos regulares de tiempo, en función de su estado de conservación y de la frecuencia de su empleo.
- Las máquinas portátiles se almacenarán en lugares limpios, secos y de modo ordenado.
- Todas las partes agresivas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensantes, abrasiva y proyectiva, en que resulte técnicamente posible, dispondrán de una protección eficaz conforme a lo estipulado en el Capítulo II del presente título.

- El mantenimiento de las máquinas portátiles se realizará de acuerdo con lo establecido en el artículo 92.

Capítulo VI: Herramientas Manuales

Art. 95.- Normas Generales y Utilización

- Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño para la operación a realizar, y no tendrán defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para quitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Estarán sólidamente fijados a la herramienta, sin que sobresalga ningún perno, clavo o elemento de unión, y en ningún caso, presentarán aristas o superficies cortantes.
- Las partes cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas.
- Toda herramienta manual se mantendrá en perfecto estado de conservación. Cuando se observen rebabas, fisuras u otros desperfectos deberán ser corregidos, o, si ello no es posible, se desechará la herramienta.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites u otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Se prohíbe colocar herramientas manuales en pasillos abiertos, escaleras u otros lugares elevados, para evitar su caída sobre los trabajadores.

- Para el transporte de herramientas cortantes o punzantes se utilizarán cajas o fundas adecuadas.
- Los operarios cuidarán convenientemente las herramientas que se les haya asignado, y advertirán a su jefe inmediato de los desperfectos observados.
- Las herramientas se utilizarán únicamente para los fines específicos de cada una de ellas.

Análisis de Resultados

4. Análisis de Resultados

Ya teniendo el conocimiento sobre las normas internacionales básicas API que nos servirán de ayuda para formar nuestras directrices para la elaboración de nuestro check list sobre el equipo propuesto en el tema, debemos mencionar que para cualquier trabajo a realizarse se lo debe hacer con su debido permiso de trabajo, antes de seguir con las pautas necesarias para la elaboración del plan revisaremos la Norma Petroecuador SI-003.

4.1. Norma PETROECUADOR SI – 003

El objetivo primordial de esta Norma es determinar los procedimientos para que la ejecución de trabajos catalogados como peligrosos se realice en condiciones óptimas de seguridad, a fin de preservar la integridad del personal, de las instalaciones y del medio ambiente.

4.1.1. Permisos de Trabajo

Es la autorización escrita para la ejecución de cualquier trabajo considerado peligroso.

4.1.1.1. Procedimiento para la emisión de los permisos de trabajo

- I. **Permiso de trabajo.-** Se emitirá en un formulario elaborado por cada Filial de acuerdo a la naturaleza de su trabajo, siguiendo los lineamientos presentados a continuación:

- II. **Elaboración de un permiso de trabajo.-** El jefe del área o instalación donde se va a realizar el trabajo debe autorizar su ejecución y llenar el Formulario previsto para el caso, en el cual debe incluirse una descripción muy concreta de las tareas a realizarse, las condiciones y clase de equipos involucrados y las precauciones que se requieran. En el permiso de trabajo debe constar la firma de responsabilidad de quién lo emite y del ejecutor.
- III. Podrán emitir Permisos de trabajo dentro de sus respectivas áreas: Supervisores, Jefes de Turno, Jefes de Áreas y funcionarios de nivel jerárquico superior en la misma línea funcional.
- IV. El Permiso de trabajo se circunscribe, únicamente, al área de ejecución y será autorizado luego de inspeccionar obligatoriamente los equipos o sistemas donde se realizará el trabajo, utilizando para ello las listas de verificación y el conocimiento y experiencia que se tenga al respecto.
- V. El Permiso de trabajo autoriza la ejecución de una tarea claramente definida. Si es necesario una derivación o ampliación del trabajo originalmente concebido, se procederá a emitir un nuevo permiso de trabajo.
- VI. El Emisor del Permiso de trabajo, en caso de considerarlo necesario, solicitará a la Unidad de Seguridad Industrial un Certificado de Inspección de Seguridad, con fines de asesoría y de orientación para la toma de decisiones, el cual contendrá los procedimientos de seguridad que deben seguirse.

Es obligatoria la obtención de un Certificado de Inspección de Seguridad, previo a la autorización de los siguientes trabajos:

- Apertura de equipo clase A.

 - Ingreso de personal al interior de espacios confinados.

 - Trabajos de Radiografía Industrial.
- VII. Las etiquetas de advertencia, se registrarán a lo estipulado en la Norma PE-SI - 008 "SEÑALES DE SEGURIDAD".
- VIII. Cuando existan condiciones especiales de riesgo para la realización de un trabajo, que no estén totalmente cubiertas por el Permiso de Trabajo, se deberá realizar una reunión entre los responsables de Operaciones , Mantenimiento, Seguridad Industrial, Inspección Técnica y demás áreas involucradas, para analizar las condiciones bajo las cuales se llevará a cabo, suscribiendo un acta, donde se anotará claramente la secuencia de ejecución, procedimientos de trabajo, medidas de seguridad y demás recomendaciones pertinentes.
- IX. Participación de Seguridad Industrial: Verificar el cumplimiento de lo expuesto en el Permiso de Trabajo, emitir Certificados de Inspección de Seguridad (CIS) con las medidas y recomendaciones de seguridad pertinentes, ofrecer protección contra incendios en los casos en que se considere necesario y entregar los equipos y elementos de protección personal especiales que se requieran.

4.1.1.2. Ejecución de trabajo

- I. Es obligación de los trabajadores acatar los procedimientos de seguridad para evitar accidentes. La seguridad individual de los participantes en un

trabajo es responsabilidad de su Jefe inmediato y del emisor del permiso; quienes deben hacer cumplir tanto los requisitos indicados en el Permiso de trabajo, como en las Normas de seguridad vigentes.

- II. El original del Permiso de trabajo debe estar en poder del ejecutante en el lugar del trabajo y copias en la Jefatura del área respectiva y en Seguridad Industrial.
- III. El ejecutor del trabajo y el emisor del permiso o su delegado deben verificar que las recomendaciones indicadas en el Permiso de trabajo se cumplan, manteniendo una supervisión constante.
- IV. La protección contra incendios, durante la realización de trabajos en caliente, es responsabilidad del ejecutante. La Unidad de Seguridad Industrial proporcionará protección permanente en trabajos en caliente, en equipos considerados de clase A.

4.1.1.3. Finalización del trabajo

- I. Tanto el ejecutante como el emisor del permiso harán constar la finalización del trabajo en el espacio previsto para ello en el Permiso de trabajo.
- II. Las etiquetas de advertencia deberán ser retiradas por el ejecutante y el emisor del permiso una vez terminado el trabajo.

4.1.1.4. Disposiciones Generales

- I. Un trabajo no podrá ser ejecutado si falta una firma en el Permiso de trabajo correspondiente.
- II. Durante la ejecución de un trabajo autorizado que ponga en riesgo al personal o a las instalaciones y ante una situación anormal, el ejecutante o el emisor, suspenderá el trabajo cancelando el Permiso de trabajo correspondiente.
- III. Todo Permiso de trabajo debe ser emitido por un período de validez determinado; cumplido el cual y si fuera necesario ampliar el plazo se procederá a emitir un nuevo permiso.
- IV. Los incumplimientos a las disposiciones contempladas en esta norma serán considerados como faltas graves de seguridad industrial y serán sancionadas de acuerdo a lo establecido en :
 - "Reglamento Interno de Seguridad Industrial de PETROECUADOR y sus Filiales".
 - "Código de Trabajo".
 - "Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores" y "Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo".
 - Además reglamentos, normas y leyes pertinentes.

4.2. Propuesta Del Manual De Inspección y Mantenimiento De La Llave Hidráulica, Usada En El Proceso De Reacondicionamiento De Pozos Petroleros En La Industria Hidrocarburífera Del Ecuador

Este manual ha sido desarrollado con el fin de mantener los equipos e instalaciones operando en un porcentaje óptimo de tiempo y confiabilidad con el propósito de que trabajen dentro de los límites del diseño y con el menor número de fallas posibles.

4.2.1. Objetivo

Implementar una guía general para realizar una inspección detallada y un mantenimiento preventivo adecuado para la llave hidráulica basada en las normas internacionales API.

4.2.2. Metodología

Con el fin de realizar una propuesta de un manual de mantenimiento preventivo para la llave hidráulica se consideró realizar un “check list” que detallara todos los aspectos técnicos operativos de la herramienta y así identificar deficiencias, problemas y peligros que puede ocasionar si se encontrara en malas condiciones.

4.2.3. Equipo De Seguridad Industrial

En la Industria Petrolera hay que registrar a normas de seguridad industrial que permite que el personal este protegido ante cualquier eventualidad que pueda

ocurrir, en todos los campos petroleros en el Ecuador se debe utilizar un equipo de seguridad industrial adecuado ya que es importante e indispensable trabajar en condiciones adecuadas y lo más importante salvaguardar la salud y la vida del personal que son esenciales. Los principales equipos de seguridad industrial son los siguientes:

Elementos de protección para la piel y el cuerpo:

- Overoles y delantales.
- Guantes.
- Zapatos de seguridad.
- Botas impermeables.
- Casco.

Elementos de protección respiratoria:

- Mascarillas.
- Filtros.

Elementos de protección auditiva:

- Tapones auditivos.
- Orejeras.

Elementos de protección visuales:

- Gafas.
- Mascaras protectoras.



FIGURA 59: EPP (Equipo de Protección Personal)
(2013)

4.2.4. Permisos De Trabajo Para Operar En Los Campos

En la Industria Hidrocarburifera del Ecuador se emiten formularios elaborados por cada Filial de acuerdo a la naturaleza de su trabajo, los permisos de trabajo se deben solicitar al departamento de QHSE, el cual debe tener las firmas de Rig Manager, Company Man, Operador del Área y del Coordinador de Seguridad, esto se lo debe realizar antes de cualquier operación.

Además de realizar los permisos de trabajo ya sea por día o por cada pozo, también debemos realizar ATS (Análisis de Trabajo Seguro) de las operaciones que se van realizando. En los anexos mostraremos algunos permisos de trabajo.

4.2.5. ATS (Análisis de Trabajo Seguro)

Los ATS ayudan a reducir los peligros del trabajo mediante el estudio de cualquier tarea o trabajo, de esta manera los podremos realizar de manera más segura y efectiva.

El proceso de ATS puede aplicarse a todas las tareas o procesos claves, y se desarrolla del siguiente modo:

- Definir los pasos principales del trabajo o tarea.
- Identificar los peligros asociados con cada paso.
- Desarrollar procedimientos de trabajo seguro que eliminarán o reducirán al mínimo los peligros identificados.
- Como medida proactiva, el ATS identifica y elimina las posibles pérdidas, asegurándose que se cuente con procedimientos para diseñar, construir, mantener y operar instalaciones y equipos de manera segura. Actualizar y mejorar continuamente los ATS, informando a los empleados y contratistas, para que los entiendan y los cumplan, mantendrá la efectividad de la herramienta.



ANALISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (JSA)

País / Ubicación: ECUADOR / RIO NAPO – CAMPO SACHA

Fecha: 29-11-2013

Descripción del trabajo o actividad: SACANDO EQUIPO BES P8 DE CIA. BAKER EN TUBERIA 3 1/2" EUE EN PARADAS A LA TORRE.

Torre: FD - 11

JSA # 350



Secuencia del Trabajo (Pasos)	Peligros o incidentes potenciales	Recomendaciones para eliminar o reducir los peligros
1. Revisión de área y herramienta a usarse	Golpes con objetos, resbalones, caídas	Ver que las herramientas estén en buen estado, despejar el área libre de obstáculo, uso del EPP adecuado, alejar a las personas que no están involucradas en la operación
2. Enganchar elevador en sarta, tensionar, y sacar despiece.	Golpes contra objetos, caídas de objetos a distinto nivel, daño de elevador, atrapamiento de manos, sobre esfuerzo.	Revisar rutinariamente malacate, zapata, y cable de perforación que estén en buen estado, elevador este bien cerrado y en perfecto funcionamiento con los pernos y seguros bien colocados, colocar protección en la boca del pozo, hacer inspección visual a la torre que no hayan objetos sueltos en la torre
3. Asentar sarta en cuña, sacar torque y desconexión de tubería con llave hidráulica	Rotura de guayas en el momento de sacar torque, atrapamientos de mano entre la llave y el tubo, pellizcos, golpes con objetos, quemaduras por fluido tratado, salida de fluido a presión.	Revisar que las guayas y llaves hacer utilizadas estén en buen estado, alejar a las personas en el momento de sacar el torque de la tubería, mantener limpios los insertos de la cuña, los tres cuñeros deben alzar la cuña por igual y agarrando las manijas correctamente.
4. Colocar protector de pin y caja, desenganchar elevador y quebrar a los caballetes.	Resbalones y golpes a la persona que está aparando el tubo en la ranfa, pellizcos, atrapamiento, y caídas a distinto nivel, caídas de objetos a distinto nivel.	Colocar bien los protectores de la tubería, verificar que la persona de la planchada este en posición correcta, rotar al obrero que se encuentra en la planchada.
5. Orden y limpieza de área de trabajo.	Golpes con objetos, resbalones, caídas	Usar el equipo de protección personal todo el tiempo.

Haga una lista del equipo de Protección personal, Herramientas especiales y otro equipo de Seguridad Requerido para este trabajo

Casco, gafas, guantes, tapones auditivos, botas, ropa adecuada.

FIRMA

JSA Escrito por: _____

JSA Aprobado por: _____

Cargo del trabajo: SUPERVISOR

Cargo del trabajo: RIGMANAGER

4.2.6. Problemas En La Llave Hidráulica

Para analizar y realizar la propuesta de este manual se debe antes conocer cuales pudieran ser los problemas generados cuando la herramienta se encuentra en campo, esto lo haremos basándonos en la operación de las llaves hidráulicas de distintas empresas. Debemos mencionar que a pesar de que se puede llevar un registro de mantenimiento preventivo las herramientas pueden fallar por diversos problemas. A continuación veremos cuadros con los diferentes problemas asociados:

Tabla 13: Problemas Asociados a la Llave Hidráulica

Problema	Posible Causa	Solución
Insertos No Agarra	La llave no está adecuada para el tamaño de la tubería con las que se está trabajando.	Chequear los Insertos y cambiarlos si es necesario a la medida adecuada.
	Insertos desgastados.	Cambiar insertos.
	Llave ensamblada incorrectamente.	Desarmar y ensamblar nuevamente la llave.
La llave no se abre	La llave cedió por sobrecarga.	Reemplazar las mandíbulas o la llave si es necesario.
Pines doblados o cabezas rotas de los pies	La llave cedió por sobrecarga.	Reemplazar los pines.
Diámetro alargado de la mandíbula	La llave cedió por sobrecarga.	Reemplazar la llave.

Continuación de la tabla 13:

La herramienta funciona lentamente	La desconexión rápida hidráulica en el suministro o las líneas de retorno no están completamente apoyadas.	Se debe apretar hasta que esté completamente apoyado.
	La unidad de energía no está entregando un flujo completo.	Inspeccionar el flujo de suministro de energía mientras se actúa la válvula de rotación.
	La presión del Torque está ajustado demasiado bajo.	Verificar las mangueras por posibles fugas o pérdidas de presión.
La llave no se mueve para nada.	El suministro de energía no está funcionando, la presión está demasiado bajo.	Se debe re-establecer la energía hidráulica.
El indicador de torque no indica la presión durante el enrosque.	Orificio o indicador de entrada sucio.	Inspeccionar para identificar restricciones en la línea de retorno. Revisar el suministro de energía hidráulica.
El indicador de torque no indica la presión durante el enrosque.	La válvula de descarga está abierta (la presión no se acumula) o ajustada incorrectamente.	Ajustar la válvula.

Continuación de la tabla 13:

<p>El indicador de torque no regresa a cero.</p>	<p>El indicador no está ajustado a cero.</p>	<p>Rotar la perilla de ajuste de cero en la parte posterior de la caja del indicador. Volver a revisar el ajuste de torque.</p>
<p>El conjunto de la llave de torque superior e inferior están rotando en el modo de enrosque o desenrosque.</p>	<p>Interferencia entre los conjuntos del cuerpo superior e inferior.</p>	<p>Revisar y eliminar la interferencia.</p>
<p>Los conjuntos de rotación no sujetan o no se separan y/o el motor no funciona.</p>	<p>Flujo restringido</p>	<p>Localizar la causa de la restricción y corregirla.</p>
<p>Los conjuntos de rotación o motor se mueven con la válvula en la posición neutral.</p>	<p>Válvula con fugas.</p>	<p>Regresar la válvula a la posición de centro manualmente. Si el problema persiste, reparar o reemplazar.</p>

Continuación de la tabla 13:

El motor funciona con irregularidad	Motor contaminado/Eje doblado.	Reparar motor o reemplazar.
Falta de energía o torque	El suministro de energía no está operando.	Revisar el indicador de presión de suministro. Asegurar que la presión de suministro permanezca alta con la válvula de operación energizada.
	Líneas hidráulicas restringidas.	Inspeccionar para determinar si hay líneas pinchadas, tapadas, o de otro modo obstruidas. Limpiar la obstrucción.
La tubería o cuellos frotan contra los insertos durante el ajuste. Los insertos se deslizan.	Conexión resbaladiza.	Limpiar la conexión.
	Insertos desgastados.	Reemplazar los insertos.
Los conjuntos de rotación no se mueven de igual forma	Restricción en la línea hidráulica.	Revisar para identificar líneas hidráulicas pinchadas, tapadas u obstruidas de otro modo. Limpiar la obstrucción.
	Falta de lubricación.	Lubricar todos los accesorios de engrase.

4.2.7. Manual de Inspección

4.2.7.1. Inspección Diaria

- Inspeccionar visualmente la Llave hidráulica en busca de pérdidas, daños o elementos faltantes. Inspeccionar mangueras hidráulicas y accesorios. Ajustar o reemplazar en caso de que sea necesario.
- Asegurarse que todos los alambres de seguridad estén en su lugar y no estén dañados. Reemplazar cualquier alambre de seguridad faltante o dañada.
- Inspeccionar visualmente los insertos. Reemplazar cualquier inserto que presente signos de desgaste excesivo.
- Lubricar la Llave hidráulica. Aplicar grasa en todos los puntos de engrase.
- Chequear el funcionamiento del indicador de presión de aceite.
- Verificar los pines de la bisagra de la compuerta.
- Verificar el movimiento vertical de la llave y tener engrasada la polea de la contrapesa.
- Chequear los pernos de seguridad en los topes de los insertos.
- Inspeccionar y lubricar los puntos cruciales mostrados en la siguiente gráfica antes de cada puesto de trabajo y por lo menos una vez por cada día que opera a partir de entonces.

- Inspeccione la unidad y accesorios para daños evidentes, se evidencia de fugas hidráulicas, etc.
- Inspeccione las mordazas de libre rotación y movimiento vertical en las patillas. Comience rotación y compruebe que las mordazas se mueven suavemente en posición de agarre y de regreso. Si es necesario, apretar cada tornillo de freno igualmente hasta que el movimiento de la mandíbula es normal.

4.2.7.2. Inspección Semanal

- Es el mismo procedimiento de la revisión diaria más la revisión del aceite hidráulica en todos sus puntos.

4.2.7.3. Inspección Mensual

- Inspeccionar engranajes y mordazas de guía en busca de desgaste o rotura y reemplazar si es necesario.
- Inspeccione las mordazas por el desgaste y reemplazar si es necesario.
- Inspeccione los engranajes internos de desgaste y la lubricación adecuada.
- Revise el nivel de aceite en la transmisión.
- Inspeccione porta mordazas flojos en la carcasa del freno (NOTA: aflojar los tapones de freno para comprobar la holgura). Revise si es la grasa adecuada.
- Verificar respaldo de las mordazas, revisar fisuras.

4.2.8. Check List Para La Inspección De La Llave hidráulica

Tabla 14: Check List de la Llave Hidráulica

CHECK LIST LLAVE HIDRAULICA				
COMPAÑÍA OPERADORA:		COMPAÑÍA CONTRATISTA:		CAMPO:
RIG #:	PLATAFORMA:	POZO:	INSPECCION #:	FECHA:
COMPANY MAN:		INSPECCIONADO POR:		
TOOL PUSHER:		COORDINADOR:		
Este Check List ha sido elaborado de acuerdo a las normas internacionales API aplicables para la industria petrolera, entre ellas: API RP 4G, API RP 9B, API RP 7G, API SPEC 7.		Marcar con una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.		
NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA	A	ADECUADO		NOTA: Cualquier calificación Inadecuado debe tener una explicación y debe ser corregida.
	I	INADECUADO		
	NA	NO APLICA		
	-	OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO PARA INICIAR OPERACIÓN		
CRITICIDAD		TRATAMIENTO		
Crítico (Cr): Genera alto riesgo a las personas, medio ambiente u operación.		Prioridad 1: Requiere solución inmediata (Emergencia) por incumplimiento contractual, riesgo de daño a personas o incumplimiento legal o de una norma.		
Mayor (Ma): Incumplimiento a la Norma, requisito contractual o Recomendación de fabricante.		Prioridad 2: Requiere solución en un periodo máximo de 5 días o en el pozo donde se desarrolla el trabajo.		
Menor (Me): Acción que no genera riesgo.		Prioridad 3: Requiere solución periodo máximo de 10 días o antes de iniciar el siguiente pozo (acuerdo gerencial para aplicación o no de la recomendación).		
Observación (Ob): Recomendación.				

Continuación de la tabla 14:



#	DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACION	CRIT.
1	Verificar existencia y/o vigencia de certificación de la llave hidráulica						
2	Verificar orden y aseo general						
3	Comprobar que los controles en la consola del maquinista para activar el sistema hidráulico se encuentren en buenas condiciones						
4	Comprobar que las instrucciones específicas y generales estén escritas en el manual de operaciones y que todos los controles estén demarcados						

Continuación de la tabla 14:

5	Compruebe que el sistema hidráulico cuenta con suficiente aceite para el funcionamiento integral del equipo						
6	Control de ruidos extraños						
7	Compruebe la unidad de potencia hidráulica de presión de salida, debe ser máximo de 4500 psi						
8	Compruebe si hay piezas sueltas						
9	Control de desgaste de tuercas y pernos						
10	Verificar la correcta lubricación del sistema						
11	Verificar el correcto estado del sistema de engranajes						
12	Verificar la media luna de la mordaza que quede bien ubicada en el porta mordazas.						
13	Verificar las condiciones de lubricación de la grasa						
14	Observar fugas de aceite						
15	Verificar presión de aceite						
16	Compruebe el funcionamiento de la bomba hidráulica						
17	Comprobar el medidor de torque, accionando los mandos de la bomba hidráulica.						
18	Revisar que en las mangueras hidráulicas de los controladores no existan fugas.						

Continuación de la tabla 14:

19	Compruebe el funcionamiento se los resortes donde van los insertos.						
20	Compruebe la identificación de las líneas y válvulas de unidad hidráulica.						
21	Compruebe que los tensores de la llave estén ensamblados correctamente.						
22	Compruebe el estado de las mangueras hidráulicas y correctores rápidos. (Mangueras de 1")						
23	Manguera hidráulica apropiada para el sistema hidráulico.						
24	Lubricación durante la instalación de las mangueras.						
25	Indicador de torque calibrado						
26	Revidar fisuras externas						
27	Comprobar el estado de los winches						
28	Compruebe desgaste y daños en las poleas.						
29	Verificar si el bloque de poleas corona está bien engrasadas.						
30	Revisar el nivel de la llave hidráulica ya que esto ocasionara un desgaste excesivo en las pinzas.						
31	Revisar la válvula de alivio						

Continuación de la tabla 14:

32	Revisar engranajes en alta y baja velocidad						
33	Grasa en el diámetro interno de las mordazas.						
34	Mecanismos móviles funcionando correctamente						
35	Revisar compuerta de la llave hidráulica						

4.2.9. Lubricación

Es la acción de reducir el rozamiento al colocar un lubricante entre dos superficies en contacto, una adecuada práctica de lubricación se convierte en una norma de excelencia para mantener las herramientas en óptimas condiciones, la lubricación de los equipos ayudara a que tengan una vida útil más duradera, a continuación nombraremos algunas características de la lubricación:

- Reduce los desgastes de la máquina.
- Facilita la evacuación del calor.
- Evita la oxidación de las piezas.
- Arrastra las impurezas que pueda penetrar entre los componentes de la máquina.
- Disminución de ruidos con movimientos más armónicos.

Tabla 15: Lubricación de la Llave Hidráulica

LUBRICACION	
Mordazas	Quite las mordazas y engrase abundantemente tanto los orificios de las mordazas como el engranaje interno.
Caja de Engranajes	Retirar el tapón de grasa en la cubierta superior y agregar grasa para los engranajes mientras la llave gira. NOTA: Tener cuidado de que ningún objeto caiga en el puerto de grasa, objetos extraños dañarán el tren de engranajes.
Aceite de transmisión	Revisar siempre el nivel de aceite.
Válvula de lubricación	Engrasar el mango de la válvula y los pasadores.
Engranajes	
Rodamiento y Mordazas	

4.2.9.1. Puntos de lubricación

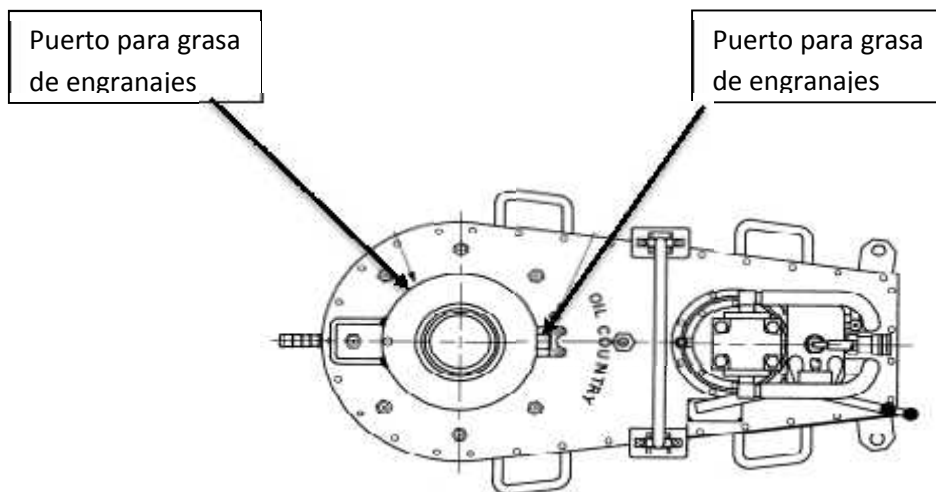


FIGURA 60: Puntos de lubricación de la llave hidráulica.

(API, 2014)

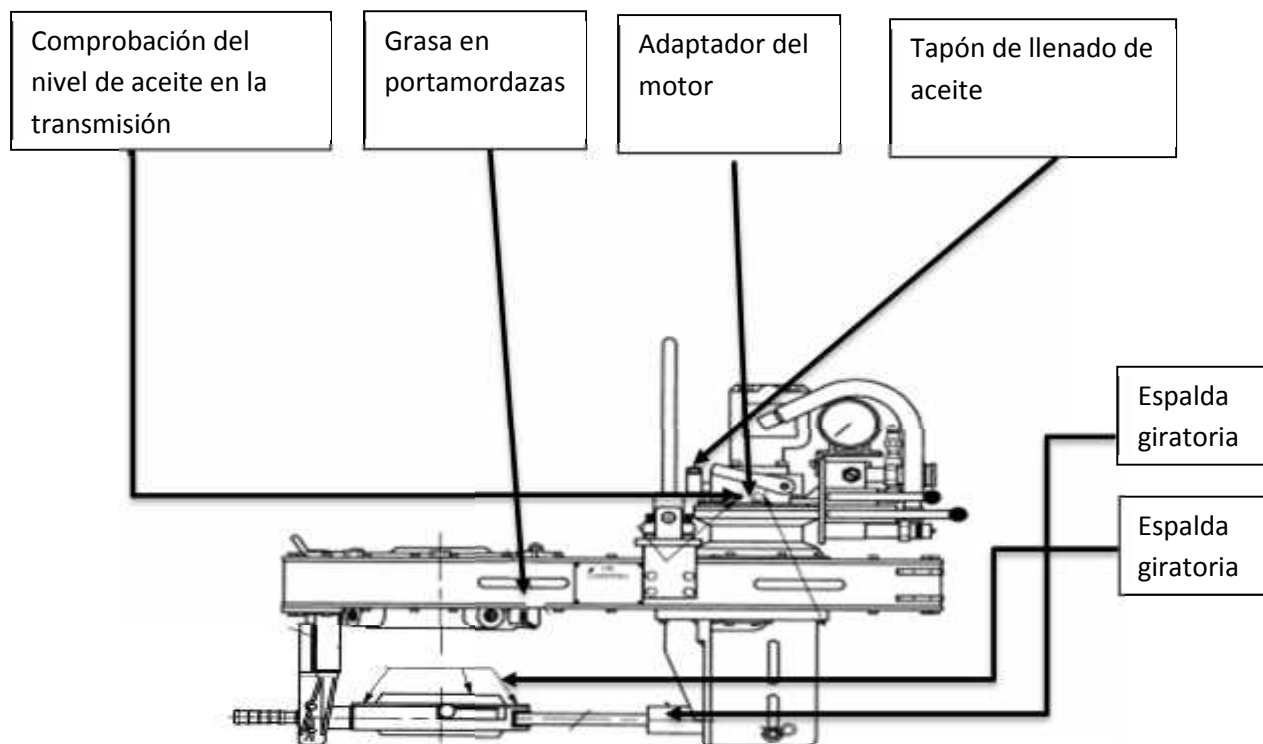


FIGURA 61: Puntos de lubricación de la llave hidráulica
(API RP 7G, 2014)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- La implementación de este manual de inspección y mantenimiento de la llave hidráulica ayudara a un mayor control del mismo, además de permitir una inspección breve por parte del personal antes de cualquier operación.
- La identificación de los posibles problemas que puede ocurrir es el primer paso para prevenir cualquier inconveniente de la llave.
- El cuñero es la persona que esta todos los días en contacto con la llave hidráulica, ya que esta persona se encarga de operarla, es responsabilidad del mismo comunicar al supervisor cualquier anomalía que la llave hidráulica presente.
- La lubricación cubre un papel muy importante ya que ayuda a prevenir cualquier desgaste de las partes tanto móviles como estáticas y ayuda extender la vida útil de la herramienta.
- La llave hidráulica ayuda a reducir los riesgos físicos para todos los trabajadores ya que esta ajusta y aplica el torque requerido por las tablas para cada tubería, mientras que las llaves manuales son muy riesgosas y menos fiables.
- La calibración del torque debe ser adecuado para torqurear una tubería correctamente, esto lo haremos en base a las tablas de torque, un sobretorque en la tubería no solo dañara a la misma tubería sino también los insertos y la llave hidráulica.

- Un taladro de Mantenimiento de Pozos o Work-Over debe tener siempre un stock muy amplio de insertos, ya que este es el que más desgaste sufre en todas las operaciones.
- Las mangueras hidráulicas se dañan por sobre presión, esto ocurre por una mala operación de los mandos, además por estar en la intemperie las mangueras se pudren.
- La llave hidráulica es una herramienta muy útil ya que nos permite controlar el torque requerido, los datos de torque obtenidos en las curvas son valores referenciales que nos pueden dar una idea del torque necesario, mas no es el valor real.
- El valor de torque disminuye según el tipo de tubería, es decir mientras más usada este la tubería menos torque se va a requerir para ajustar las conexiones.
- La información es una herramienta fundamental para realizar cualquier trabajo, por esta razón se busca que todo el personal de trabajo este enterado del uso de cada herramienta, para con esto disminuir los accidentes ocasionados por el trabajo.
- Al detectar un problema, no solo se debe reemplazar la pieza afectada, sino también se debe investigar las causas que ocasionaron esta falla.
- La aplicación de este manual de mantenimiento preventivo ayudara a un importante ahorro en tiempo y dinero, además se incrementara la vida útil de las herramientas.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar este manual que contiene el check list de la Llave Hidráulica para realizar inspecciones más completas que ayudaran a realizar acciones correctivas.
- Capacitar al personal para que puede realizar inspecciones visuales a los equipos, esto ayudara a que todos estén involucrados en la seguridad de cada persona.
- Llevar un registro de las fallas o las partes que se dañan con más frecuencia para tener en la bodega del taladro un stock de repuestos, que nos ayudaran a reemplazar el defectuoso y no perder tiempo en las operaciones.
- El mantenimiento de la Llave Hidráulica implica una revisión en cada turno de cada cuadrilla ósea cada 12 horas, se recomienda engrasar a diario y semanalmente los puntos con mayor movilidad.
- Se recomienda que la llave este alineada a la tubería al momento de torquear, ya que esto evitara sobre esfuerzos.
- Se recomienda no exceder los torques que se encuentran en las tablas, esto podría dañar tubería o herramientas.
- Se recomienda que esté presente el Company Man, Tool Pusher y QHSE en la inspección del equipo, para descartar futuros problemas.
- Se recomienda retirar la grasa de almacenamiento de la tubería y colocar grasa sellante, la grasa sellante es la grasa que se utiliza siempre en las conexiones de las tuberías.

ABREVIATURAS

API: Instituto Americano de Petróleo (American Petroleum Institute).

ARCH: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)

DNH: Dirección Nacional de Hidrocarburos.

MPMS: Manual de Normas para Medición de Petróleo publicada por el API (Manual of Petroleum Measurement Standards).

ATS: Analisis de Trabajo Seguro

DP: Drill Pipe, tubería de perforación

DC: Drill Collar, collares de perforación

Parada: Es la conexión de 2 juntas de drill pipe o tubing, esto se considera en Work-Over, en cambio en taladros de perforación una parada es 3 juntas de drill pipe.

SPEC: Specification

RP: Recommended Practice

CÍAS: Compañías

QHSE: Quality, Health, Safety & Environment

BIBLIOGRAFIA

6. Bibliografía

1. American Petroleum Institute, 2005, Manual of petroleum measurement standards. Estados Unidos.
2. American Petroleum Institute, 2005, Manual of petroleum measurement standards. Estados Unidos.
3. Operations Management Encyclopedia, 2013. Estados Unidos.
4. The National Supply Company, 2010. Operating and Maintenance Manual of Consolidated Drilling Rig Type 100. California-Estados Unidos.
5. Continental Emsco, 1999, Operational Maintenance Manual Of D-3 Type li Drawworks. Estados Unidos.
6. National Oil Well, Varco, 2007, HT Tongs Manual. Estados Unidos.
7. National Oil Well, Varco, 2007, Hydraulic Power Unit Manual. Estados Unidos.
8. Manual de Perforación de Pozos, Schulumberger
9. American Petroleum Institute, 2003, RP 4G, Funcionamiento, inspección, mantenimiento y reparación de equipos de perforación y estructuras de reacondicionamiento de pozos. Estados Unidos.
10. American Petroleum Institute, 1998, RP 9B, Prácticas recomendadas sobre la aplicación, cuidado y uso del cable. Estados Unidos.
11. American Petroleum Institute, 2003, RP 7G, Práctica recomendada para la construcción y funcionamiento de los límites de la barra de perforación. Estados Unidos.
12. American Petroleum Institute, 1996, SPEC 5CT, Especificaciones para tubería de revestimiento y tubería de producción. Estados Unidos.

13. American Petroleum Institute, 2003, RP 7G-2, Recommended Practice for Inspection and Classification of Drill Stem Elements. Estados Unidos.
14. American Petroleum Institute, 2003, SPEC7, Specification for Rotary Drill Stem Elements. Estados Unidos
15. National Oil Well, Varco , 2008, Pipe Spinner SSW30 Manual. Estados Unidos.
16. National Oil Well Varco, 2007, Rotary and Handling Tools. Estados Unidos.
17. ARCH, 2013. Manual de procedimiento para inspección técnica y de seguridad industrial en equipos de perforación. Ecuador.
18. Rondon, G. 2003. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de un taladro de perforación. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera de Petróleos. Venezuela.
19. Ministerio de Relaciones Laborales. (2005). Código de Trabajo. Ecuador.
20. Constitución de la República del Ecuador, 2008. Ecuador
21. Ley de Hidrocarburos del Ecuador, 2009. Ecuador
22. Decreto ejecutivo 2393. (1998). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Ecuador-Quito.
23. ESTATUTO POR PROCESOS AGENCIA REGULACION Y CONTROL HIDROCARBURIFERO, (2011). Ecuador
24. ESTATUTO POR PROCESOS DE LA SECRETARIA DE HIDROCARBUROS, (2011). Ecuador
25. Gias Group, 2013, Proceso de prearranque para equipos de perforación, Canadá.
26. ARCH, 2012, Documentación proporcionada del archivo general de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburiífero. Ecuador.


27. API Drilling Equipment Standards - 2009 Catalogue.

28. National Oil Well Varco, 2008, TDS-11 Pocket Guide. Estados Unidos.

29. Varco BJ, 2000, Rotary Equipment, Care & Maintenance Handbook.
Estados Unidos.

ANEXOS

ANEXO # 1: EP Petroecuador permiso de trabajo en caliente

 PERMISOS DE TRABAJO EN CALIENTE		No. _____
UNIDAD: _____	FECHA: _____	TURNO: _____
EQUIPO/LINEA/SITIO: _____	TRABAJO A REALIZAR: _____	
AUTORIZADO POR: _____	_____	
NOMBRE: _____	_____	
FIRMA: _____	_____	
LISTA DE VERIFICACION DEL AUTORIZADOR		
	SI/NO	SI/NO
1. EL TRABAJO FUE REVISADO CON EL EJECUTANTE?		7. EL AREA ESTA LIMPIA DE COMBUSTIBLE?
2. EL EQUIPO ESTA FUERA DE OPERACION / DEPRESIONADO?		8. SE DISPONE DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL?
3. EL EQUIPO FUE DRENADO/ LAVADO/VAPORIZADO?		9. EXISTE EQUIPOS PARA CONTROL DE INCENDIOS?
4. EL EQUIPO ESTA AISLADO / JUNTA CEGADO?		10. ES NECESARIO LONA IGNIFUGA/ AGUA COMO NEBLINA?
5. EL EQUIPO ESTA SEÑALIZADO ADECUADAMENTE		11. SE DESIGNO UN OPERADOR QUE ACOMPAÑE LOS TRABAJOS?
6. EL AREA ESTA LIBERADA DE GASES INFLAMABLES?		12. EL EQUIPO SE ENCUENTRA DESENERGIZADO?
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL _____		GAS TOXICO EN PPM OXIGENO% VOL GAS COMBUSTIBLE% LEL OTROS _____
RECOMENDACIONES DEL AUTORIZADOR _____		
HEMOS LEIDO Y ENTENDIDO EL PERMISO Y ACEPTAMOS LAS PRECAUCIONES QUE DEBEN SER TOMADAS:		
f. Operador de Area	f. Ejecutante	
EL TRABAJO HA SIDO TERMINADO? Si No- Fecha: _____	REVALIDACION PARA EL TURNO: Certificamos que las condiciones se mantienen f. Autorizador f. Operador	
TRABAJO PROBADO Y ENTREGADO f. Ejecutante	TRABAJO RECIBIDO f. Autorizador Fecha: _____	

ORIGINAL PARA EL EJECUTANTE

(PETROECUADOR, 2003)

ANEXO # 2: EP Petroecuador permiso de trabajo en caliente y en frío

PERMISOS DE TRABAJO EN FRÍO

No. _____

NOMBRE	NOMBRE	TIPO
COORDINADOR AUTORIZADO	TRABAJADOR	
FECHA		
Lugar		

LISTA DE VERIFICACION DEL AUTORIZADOR

DESCRIPCION	SI/NO
1. TRABAJO EN FRÍO EN CALIENTE	F. SI C. NO
2. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
3. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
4. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
5. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
6. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
7. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO

SEAL DE VERIFICACION DEL AUTORIZADOR

CALIFICACION DEL AUTORIZADOR
 NOMBRE Y FIRMA
 FECHA

Firma del Coordinador Autorizado

PERMISOS DE TRABAJO EN CALIENTE

No. _____

NOMBRE	NOMBRE	TIPO
COORDINADOR AUTORIZADO	TRABAJADOR	
FECHA		
Lugar		

LISTA DE VERIFICACION DEL AUTORIZADOR

DESCRIPCION	SI/NO
1. TRABAJO EN CALIENTE EN CALIENTE	F. SI C. NO
2. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
3. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
4. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
5. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
6. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO
7. SE USAN LOS MEDIOS DE PROTECCION INDIVIDUAL CORRECTAMENTE	F. SI C. NO

SEAL DE VERIFICACION DEL AUTORIZADOR

CALIFICACION DEL AUTORIZADOR
 NOMBRE Y FIRMA
 FECHA

Firma del Coordinador Autorizado

Firma del Coordinador Autorizado

Firma del Coordinador Autorizado

(PETROECUADOR, 2010)

ANEXO # 3: Rio Napo permiso de trabajo para intervención de pozos

PERMISO DE TRABAJO PARA INTERVENCIÓN EN POZOS

TIPO DE TRABAJO A EJECUTAR (Seleccionar solamente el tipo de trabajo a ejecutar)				N° DE PERMISO																															
<input type="checkbox"/> PERFORACIÓN DE POZOS	<input checked="" type="checkbox"/> REACONDICIONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EVALUACIÓN		653																															
<input type="checkbox"/> SERVICIO A POZOS	<input type="checkbox"/> DISPAROS	<input type="checkbox"/> OTROS																																	
LA OCURRENCIA DE UNA SITUACIÓN DE ALERTA, RESERVO O SEÑAL DE EJECUCIÓN DETERMINA LA SUSPENSIÓN DEL PERMISO EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR AL TELÉFONO Y EXTENSIÓN: 02 3 982 300 (Reserva Central) O COMUNICAR MEDIANTE EL PERSONAL DE SEGURIDAD FÍSICA A LOS COORDINADORES				AMBIENTE 5145	ESTADNO 3																														
				MÉDICO 5147	ESTADNO 7																														
				SEG. INDUSTRIAL 5148	ESTADNO 4																														
1. DATOS Y ESPECIFICACIONES DEL TRABAJO (Solicitante - Ejecutor)		2. FECHA EJECUCIÓN																																	
Empresa/Compañía/Dpto.: <i>FALC DRILLING</i>		Día Mes Año Hora																																	
Locación/plataforma/pozo: <i>SAC-180-2</i>		Inicio y ejecución: <i>02 04 2019 08:00</i>																																	
Sitio/Área del trabajo:		Caudaduría del trabajo:																																	
Descripción específica del trabajo (Describir posibles alteraciones o efectos, producto de la actividad): <i>Reparación Pozo de Exploración con Tal, Tomos BOLL UP Doble sistema de mantenimiento.</i>		N° de Trabajadores: <i>15</i>																																	
3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR (Ejecutor)		4. APROBACIÓN DEL PERMISO DE TRABAJO (Solicitante y/o Ejecutor - Aprobador)																																	
Taladro de perforación		Nombre Firma																																	
RIG N°:		Solicitante: <i>[Firma]</i>																																	
Taladro de Recondicionamiento		Superintendente Campo: <i>[Firma]</i>																																	
RIG N°:		Aprobador General (Usuario/Coordinador): <i>[Firma]</i>																																	
Unidades de evaluación (MTU)		SS&A (Seg. Industrial): <i>[Firma]</i>																																	
N°:		Aprobador local: <i>[Firma]</i>																																	
		Ejecutor: <i>[Firma]</i>																																	
5. EQUIPOS OBLIGATORIOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (Aprobador local)		6. CONDICIONES DE SEGURIDAD (Aprobador local/Ejecutor)																																	
Ropa de trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación																															
Protector facial	<input checked="" type="checkbox"/>	Gautes para químicos	<input checked="" type="checkbox"/>	A. local	Ejecutor																														
Mascara de soldador	<input checked="" type="checkbox"/>	Mascarillas de polvo	<input checked="" type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Análisis de riesgos al inicio (anexo 1 - ATS)</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Área limpia y ordenada (Aut. acta entrega y recepción).</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Área señalizada, delimitada con rotulos y carteles</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Equipos adyacentes libres de gases, > presión y > T.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Autorización de cambio/modificación de sistemas.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Desconexión y bloqueo de sistemas eléctricos.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Desconexión y bloqueo de sistemas mecánicos.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Desconexión y bloqueo de sistemas de seguridad.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Válvulas cerradas, bridas ciegas colocadas en tubería.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Disponible equipos contra incendio, en buen estado.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Accesos y rutas de evacuación libres de obstáculos.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Herramientas anticorrosión revisadas y certificadas.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Charla de Seguridad desarrollada</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Sistemas de trabajo en altura y andamiaje aprobado.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Pozo asegurado con barrera y colocación de grating.</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> </table>		Análisis de riesgos al inicio (anexo 1 - ATS)	✓	Área limpia y ordenada (Aut. acta entrega y recepción).	✓	Área señalizada, delimitada con rotulos y carteles	✓	Equipos adyacentes libres de gases, > presión y > T.	✓	Autorización de cambio/modificación de sistemas.	✓	Desconexión y bloqueo de sistemas eléctricos.	✓	Desconexión y bloqueo de sistemas mecánicos.	✓	Desconexión y bloqueo de sistemas de seguridad.	✓	Válvulas cerradas, bridas ciegas colocadas en tubería.	✓	Disponible equipos contra incendio, en buen estado.	✓	Accesos y rutas de evacuación libres de obstáculos.	✓	Herramientas anticorrosión revisadas y certificadas.	✓	Charla de Seguridad desarrollada	✓	Sistemas de trabajo en altura y andamiaje aprobado.	✓	Pozo asegurado con barrera y colocación de grating.	✓
Análisis de riesgos al inicio (anexo 1 - ATS)	✓																																		
Área limpia y ordenada (Aut. acta entrega y recepción).	✓																																		
Área señalizada, delimitada con rotulos y carteles	✓																																		
Equipos adyacentes libres de gases, > presión y > T.	✓																																		
Autorización de cambio/modificación de sistemas.	✓																																		
Desconexión y bloqueo de sistemas eléctricos.	✓																																		
Desconexión y bloqueo de sistemas mecánicos.	✓																																		
Desconexión y bloqueo de sistemas de seguridad.	✓																																		
Válvulas cerradas, bridas ciegas colocadas en tubería.	✓																																		
Disponible equipos contra incendio, en buen estado.	✓																																		
Accesos y rutas de evacuación libres de obstáculos.	✓																																		
Herramientas anticorrosión revisadas y certificadas.	✓																																		
Charla de Seguridad desarrollada	✓																																		
Sistemas de trabajo en altura y andamiaje aprobado.	✓																																		
Pozo asegurado con barrera y colocación de grating.	✓																																		
Casco de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Arnés de cuerpo entero	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO																														
Gafas de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	EPP adicional:																																	
Guantes industriales	<input checked="" type="checkbox"/>	Equipo autocombustible ERA/SCBA																																	
Protectores auditivos	<input checked="" type="checkbox"/>	EPP protección de químicos																																	
Respiradores de gases y vapores	<input checked="" type="checkbox"/>	Kit de primeros auxilios																																	
		Chalecos reflectivos																																	
		Impermeables																																	
		Ropa y equipo dieléctrico																																	
7. MEDICIONES EXPLOSIMÉTRICAS (Ejecutor y/o SSA)																																			
Agentes medidos y monitoreados: <i>Horario de monitoreo</i>																																			
DIP (DIP a 50 ppm)																																			
Acido Sulfúrico (H2S) (a 10 ppm)																																			
Atmósfera de carbono CO (a 50 ppm)																																			
Oxígeno: (O2) (18,1% - 21,5%)																																			
Gases Combustibles (LFL menor a 2.5 %)																																			
Condiciones aguas de operación:		Monitoreado por:		Firma:																															
8. PRECAUCIONES ADICIONALES (Aprobador local)																																			
9. TERMINO DEL TRABAJO Y CIERRE DEL PERMISO (Ejecutor)																																			
Aprobador local:		Ejecutor:		Firma:																															
10. SUSPENSIÓN DEL PERMISO DE TRABAJO (Autorizante-Aprobador local)																																			
Aprobador local:		Ejecutor:		Firma:																															
ACTIVIDADES PENDIENTES U OBSERVACIONES																																			

SI EL TRABAJO A EJECUTAR PONE EN RIESGO LA INTEGRIDAD DE LOS TRABAJADORES, PRESENTA IMPACTOS SOBRE EL AMBIENTE O

(NAPO, 2013)

ANEXO # 4: Petrobell permiso de trabajo para intervención de pozos

	PERMISO DE TRABAJO	Versión 01	Código: SPRT-IEG-11	Página: 1
	Elaboró: Supervisor de Seguridad Industrial	Revisó: Jefe de SSA & RC/ Superintendente de SSA	Vigente desde: 01/Nov/2012	Aprobó: Gerente de la Unidad de Negocios

003003

PERMISO DE TRABAJO EN FRIO

ANEXO : D

PERMISO #

Fecha Hora Inicio Valido por 12 Horas

Sitio específico del Trabajo Localidad Nº de Trabajadores

Descripción del trabajo LEVANTAMIENTO DE LA TORRE, DESARMAR CABEZAL, ARMAR BOP, SACAR TUBERIA, SOBIR POLVA.

Riesgos Inherentes al Trabajo

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1. Explosión <input type="checkbox"/> 2. Incendios <input type="checkbox"/> 3. Contactos Térmicos <input type="checkbox"/> 4. Contactos Eléctricos <input type="checkbox"/> 5. Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas <input type="checkbox"/> 6. Inhalación contacto cutáneo o ingestión de sustancias nocivas <input type="checkbox"/> 7. Caídas de personas a distinto nivel <input type="checkbox"/> 8. Caídas de personas al mismo nivel <input type="checkbox"/> 9. Caídas de objetos por despiece <input type="checkbox"/> 10. Caídas de objetos en manipulación 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 11. Caída de objetos desprendidos <input type="checkbox"/> 12. Pisadas sobre objetos <input type="checkbox"/> 13. Choques contra objetos inanimados <input type="checkbox"/> 14. Choques y contactos contra elementos móviles de la máquina <input type="checkbox"/> 15. Golpes por objetos o herramientas <input type="checkbox"/> 16. Atropellos, golpes o choque, contra o con vehículos <input checked="" type="checkbox"/> 17. Proyección de fragmentos o partícula <input checked="" type="checkbox"/> 18. Atrapeamiento por o entre objetos <input checked="" type="checkbox"/> 19. Atrapeamiento por vuelco de máquina <input checked="" type="checkbox"/> 20. Sobreesfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 21. Exposición a temperaturas extremas <input type="checkbox"/> 22. Exposición a radiaciones <input type="checkbox"/> 23. Causados por seres vivos <input type="checkbox"/> 24. Accidentes de tráfico <input type="checkbox"/> 25. Agentes químicos <input checked="" type="checkbox"/> 26. Agentes físicos <input type="checkbox"/> 27. Agentes biológicos <input type="checkbox"/> 28. Otros (Especifique)
--	---	---

Condiciones para ejecutar el trabajo

<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Despresurizado? <input type="checkbox"/> Aislado, Cegado, Paquetes? <input type="checkbox"/> Lavado, Drenado y Ventilado? <input type="checkbox"/> Habilitado Sistema Contra Incendios en el Área? <input checked="" type="checkbox"/> Existe la autorización del cambio requerido? <input type="checkbox"/> Aseguramiento eléctrico con candado y tarjeta? 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Se realizó inducción de seguridad? <input checked="" type="checkbox"/> Aseguramiento de condiciones mecánicas del equipo? <input checked="" type="checkbox"/> Cumple con procedimientos operativos? <input checked="" type="checkbox"/> Existe suficiente ventilación? <input checked="" type="checkbox"/> Se realizó inspección previa del sitio del trabajo? <input checked="" type="checkbox"/> Conoce su supervisor el trabajo que realiza? <input type="checkbox"/> Alernizados, equipos y máquinas
--	--

EPPs Requeridos y equipos de Prevencion

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Chaleco salvavidas <input checked="" type="checkbox"/> Anteojos de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Ropa de protección <input checked="" type="checkbox"/> Arnés de cuerpo <input checked="" type="checkbox"/> Guantes industriales 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Protección auditiva <input checked="" type="checkbox"/> Zapatos de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Mascarilla (respirador) <input checked="" type="checkbox"/> Kit de primeros auxilios 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Careta protección facial <input checked="" type="checkbox"/> Línea de vida <input checked="" type="checkbox"/> Extintores <input type="checkbox"/> Equipo móvil Twing <input type="checkbox"/> Verificación MS06 <input type="checkbox"/> Otros (Especifique)
---	--	---

Maquinas, equipos y herramientas a utilizarse

<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Herramientas manuales anticispas <input type="checkbox"/> Equipo eléctrico <input type="checkbox"/> Equipo electrónico 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Equipo mecánico <input type="checkbox"/> Maquinaria pesada 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Otros (Especifique)
--	---	---

Firmas de Responsables

	Nombre	Firma	Fecha
Supervisor Ejecutor del Trabajo			
Ejecutor del Trabajo	<u>GUIRO HERMANDEL</u>		<u>20 SEPT / 2014</u>
Operador del Area (Verificador de Condiciones Estándares)	<u>A. PROANO</u>		
Supervisor del Area Intervenido (Autorizante)			
Observaciones			

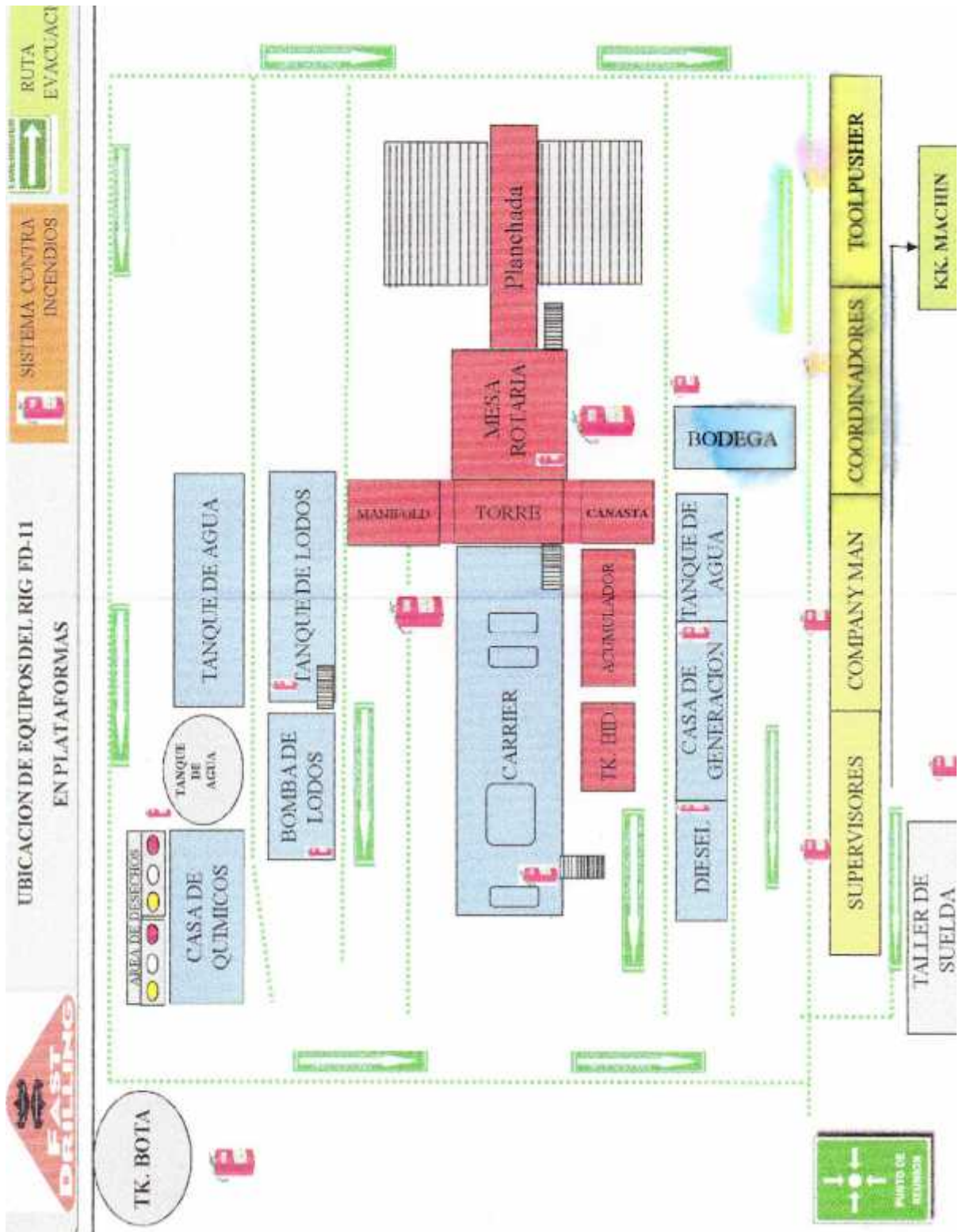
Terminación, Suspension, Cancelacion o Cierre del Permiso

Trabajo Terminado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Suspendido	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Cancelado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Cerrado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
-------------------	---	------------	---	-----------	---	---------	---

ESTE PERMISO DE TRABAJO ES VALIDO HASTA LAS 18 H00, OBSERVE Y CUMPLA LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN H.S.E.Q.

(PETROBELL, 2014)

ANEXO # 5: Ubicación del equipo de Work-Over



(MIRANDA, 2012)

TORQUES RECOMENDADOS POR TENARIS

TORQUE PARA TUBERÍA DE 3 1/2" EUE N-80 DE 9.3 LBS/FT	MÍNIMO	ÓPTIMO	MÁXIMO
	2400 LBS/FT	3200 LBS/FT	4000 LBS/FT
TORQUE PARA TUBERÍA DE 2 7/8" EUE N-80 DE 4.7 LBS/FT	MÍNIMO	ÓPTIMO	MÁXIMO
	1725 LBS/FT	2300 LBS/FT	2875 LBS/FT
TORQUE PARA TUBERÍA DE 2 3/8" EUE N-80 DE 4.7 LBS/FT	MÍNIMO	ÓPTIMO	MÁXIMO
	2350 LBS/FT	1800 LBS/FT	2250 LBS/FT

NOTA:

- 1.- Recomendando usar en la tubería con roscas EUE N-80 el torque mínimo.
- 2.- La tolerancia es de +/- el 25% del torque óptimo, ejemplo torque optomo de 2 7/8" 2300 lbs/ft, $2300 \times 1.25 = 2875$ lbs/ft (corresponde al torque máximo) y $2300 \times 0.75 = 1725$ lbs/ft (corresponde al torque mínimo).
- 3.- Al apretar con el torque mínimo no debe quedar más de un hilo fuera de la caja, si queda más pueden subir un poquito el torque ya que tiene un rango hasta el óptimo.
- 4.- Recomendando poner la grasa solo en el pin, en forma homogénea.
- 5.- Recomendando usar brocha para poner la grasa no isopo.
- 5.- Recomendando que la torre esté muy bien alineada y centrada.
- 7.- Recomendando limpiar toda la grasa de almacenamiento y poner grasa sellante, la grasa que normalmente se usa para apretar la tubería.
- 8.- Las conexiones deben estar totalmente limpias y libre de sólidos.
- 9.- Recomendando manipular la tubería con protectores y sin golpear.

(TENARIS, 2014)