

**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE DIRECTRICES DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE  
LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER**



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE PETRÓLEOS  
NEIVA  
2014**

**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE DIRECTRICES DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE  
LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER.**

**MARIO ERNESTO RAYO MUÑOZ  
2009178875  
JAIRO ENRIQUE OSPINA ROJAS  
2006262516**

**DIRECTOR(A):  
ING. CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS**

**CODIRECTOR  
ING. LUIS EDUARDO PINZON FERNANDEZ**

**PRESENTADO A:  
COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE PETRÓLEOS  
NEIVA  
2014**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Evaluador**

---

**Firma del Evaluador**

**Neiva, 5 de marzo del 2014**

## DEDICATORIA

*Le dedico este logro a Dios por permitirme vivir y brindarme la paz interior para cumplir mis metas.*

*A mis abuelos María Luisa Y Leopoldo que en el lugar donde estén siempre estarán en mi vida, a mis papás José Heriberto y María Aránzazu que me han educado con criterio y me brindaron toda la sabiduría y amor para llegar hasta donde estoy y ser lo que soy.*

*A mi hermano José Heriberto por apoyarme y brindarme consejos para cumplir mis logros.*

*A mis sobrinos José Santiago e Isabel Sofía quienes con su inocencia han llenado mi vida de felicidad, alegría, y me siento muy afortunado de tenerlos conmigo.*

*A mis tías Beatriz y María de Jesús que han sido como una madre para mi, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestas a escucharme y ayudarme en cualquier momento.*

*Para todo aquellos que no están incluidos anteriormente, pero que saben que fueron de gran importancia para estar cada vez más cerca a cumplir éste sueño.*

*Mario Ernesto Rayo Muñoz*

*Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecerles su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mi y por todo lo que me han brindado.*

*A mis padres Luis Enrique Ospina y Marleny Rojas por sus buenos consejos y apoyo incondicional durante toda mi formación que me permitió llegar a ser lo que soy.*

*A mis hermanas Claudia Ospina por su apoyo incondicional sin importar la distancia, María José Ospina por su compañía y apoyo*

*Jairo Enrique Ospina Rojas*

## AGRADECIMIENTOS

A VARISUR S.A.S, por brindarnos la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la empresa, al Ingeniero LUIS EDUARDO PINZÓN FERNÁNDEZ por su valioso aporte durante la elaboración de este proyecto de grado, por su apoyo, orientación y compartirnos sus saberes.

A la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, siendo el alma máter que nos dio la oportunidad de adquirir conocimiento, a la Ingeniera CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS por el apoyo, asesoría y colaboración prestada en el desarrollo del proyecto; a los ingenieros ERVIN ARANDA ARANDA y LUIS HUMBERTO ORDUZ PÉREZ por su tiempo y gran ayuda prestada para brindarnos sus valiosas observaciones.

## RESUMEN

Se presenta un documento en el cual se plantea una propuesta de implementación de directrices de mantenimiento preventivo e inspección del sistema de levantamiento de equipos de workover de la empresa Varisur S.A.S; partiendo desde un punto de vista macro se entiende la funcionalidad de los equipos de workover, sus principales componentes, factores ambientales y operacionales que aceleran su deterioro y de igual manera procesos que contrarrestan el desgaste propio de sus trabajos cotidianos.

Es importante el conocimiento de los procesos actuales plasmados en las normatividades concernientes a las técnicas de mantenimiento e inspección del sistema de levantamiento de equipos de workover, es por esto que se acude al conocimiento de las normas que brindan parámetros, los cuales se deben verificar para tener una confiabilidad de la herramienta y cumplir con estándares de fabricantes para obtener el máximo desempeño.

Basados en especificaciones de los componentes de los equipos de workover se plantean unas frecuencias de inspección de las mismas en las cuales se tienen en cuenta parámetros ambientales, de igual manera las tareas de mantenimiento pueden variar ya que las unidades a utilizar son portátiles y en operación no se puede acudir a mantenimiento preventivo, ya que representa parar el equipo y el costo diario de operación no es un factor ajeno.

Todos estos aspectos con el único objetivo de llegar a la propuesta de unas listas de chequeos las cuales se tienen en cuenta para llevar el control de la correcta operación y generar un adecuado mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil del equipo, y reducir el impacto económico, ya que una empresa funciona cuando los activos superan los pasivos, y de esta manera genera una rentabilidad adecuada y así habrá ganancia para que salgan beneficiados todos aquellos integrantes que hacen parte de la compañía.

Se presenta un hipervínculo en el cual se observan las frecuencias con las que se deben realizar las diferentes tareas de mantenimiento a las herramientas del sistema de levantamiento de equipos de workover de la empresa Varisur S.A.S.

## ABSTRACT

It is presented a document in which is raised a proposal of implementation of guidelines of preventive maintenance and inspection of the lifting system of *workover* equipment of the company called *Varisur S.A.S*, starting from a macro point of view it is understood the functionality of the *workover* equipment, their main components, environmental factors that accelerate their deterioration and, in the same way, the processes that counteract the wear and tear of their daily work.

It is important the knowledge of the current processes embodied in the normativities concerning maintenance processes and inspection of the lifting system of *workover* equipment, this is why it is being resorted to the knowledge of the rules that provide parameters, which must be fulfilled in order to have reliability of the tool and fulfill the manufacturers' standards for maximum performance.

Based on specifications of the tools, are raised some frequencies of inspection of the aforementioned, in which the environmental parameters are taken into account; in the same way, the maintenance tasks may vary, since the equipment to be used is portable and during operation cannot resort to the preventive maintenance, since it represents to stop the equipment and the daily operating cost is not an extraneous factor.

All these aspects with the sole objective of reaching the proposal of some checklists, which are taken into account in order to keep track of the correct operation and to generate an adequate preventive maintenance to prolong the useful life of the equipment, and reduce the economic impact, since a company works when the assets surpass liabilities, and thereby it generates an appropriate profitability and thus there will be a profit for all those members who are part of the company to be benefited.

It is presented a hyperlink in which are observed the frequencies in which the different maintenance tasks must be performed to the tools of the lifting system of *workover* equipment from the company *Varisur S.A.S*.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1. MARCO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.2. MISIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.3. VISIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.1. MANTENIMIENTO .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.2. INSPECCIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.3. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS .....</b>	<b>23</b>
1.2.3.1. Inspección Visual .....	24
1.2.3.2. Líquidos Penetrantes .....	25
1.2.3.3. Partículas Magnéticas .....	27
1.2.3.4. Ultrasonido .....	29
1.2.3.5. Radiografía.....	30
<b>1.2.4. CONCEPTOS BÁSICOS DE WORKOVER .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.5. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO .....</b>	<b>30</b>
1.2.5.1. SISTEMA DE LEVANTAMIENTO .....	31
1.2.5.1.1. Bloque Corona .....	32
1.2.5.1.2. Bloque Viajero .....	34
1.2.5.1.3. Malacate.....	38
1.2.5.1.4. Cable de Perforación.....	42
1.2.5.1.5. Gancho de Tubería .....	52
1.2.5.1.6. Gancho de Varilla.....	54
1.2.5.1.7. Brazos .....	56
1.2.5.1.8. Elevadores .....	57
1.2.5.1.9. Elevadores de Tubería .....	57
1.2.5.1.10. Elevadores de Varilla .....	58

1.2.5.2. SISTEMA DE POTENCIA .....	61
1.2.5.3. SISTEMA DE CIRCULACIÓN.....	62
1.2.5.4. SISTEMA DE ROTACIÓN .....	64
1.2.5.4.1. Sarta de Perforación .....	65
1.2.5.4.2. Broca.....	66
1.2.5.4.3. Portabrocas .....	66
1.2.5.4.4. Tubería de Perforación.....	66
1.2.5.4.5. Unión Giratoria “Swivel”.....	66
1.2.5.4.6. Cuadrante o “Kelly” .....	66
1.2.5.4.7. Manguera Rotaria.....	67
1.2.5.4.8. Mesa Rotaria .....	67
1.2.5.4.9. Buje del Cuadrante “Kelly Bushing” .....	67
1.2.5.4.10. Llaves Hidráulicas y Manuales .....	67
1.2.5.5. SISTEMA DE CONTROL DE POZO.....	69
1.2.5.5.1. Preventoras de Ariete.....	69
1.2.5.5.1.1. Ariete de Tubería .....	69
1.2.5.5.1.1. Ariete de Ciego .....	69
1.2.5.5.1.1. Ariete Cortante .....	69
1.2.5.5.2. Preventoras Anulares.....	69
1.2.5.5.3. Acumuladores .....	70
1.2.5.5.4. Múltiple Estrangulador.....	71
1.2.5.5.5. Línea de Matar el Pozo .....	71
1.2.6. CARACTERÍSTICAS DE UN TALADRO DE WORKOVER .....	71
<b>2. NORMAS RECOMENDADAS API PARA EL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER .....</b>	<b>73</b>
<b>2.1. API RP 46: “ FUNCIONAMIENTO, INSPECCION, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN Y ESTRUCTURAS DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS” .....</b>	<b>73</b>
<b>2.2. API SPEC 04F: “ ESTRUCTURAS DE PERFORACIÓN Y DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS” .....</b>	<b>76</b>

<b>2.3. API RP 8B: “ PRÁCTICA RECOMENDADA PROCEDIMIENTOS PARA INSPECCIONES, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y REMANUFACTURACIÓN DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO”</b> .....	<b>78</b>
<b>2.4. API RP 9B: “ PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA LA APLICACIÓN, CUIDADO Y USO DEL CABLE”</b> .....	<b>79</b>
<b>3. REQUERIMIENTOS PARA INSPECCIONES Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO</b> .....	<b>81</b>
<b>3.1. CALIFICACIÓN DEL PERSONAL</b> .....	<b>81</b>
<b>3.2. MANTENIMIENTO</b> .....	<b>82</b>
<b>3.3. INSPECCIÓN</b> .....	<b>82</b>
<b>3.3.1. CATEGORIAS DE INSPECCIÓN</b> .....	<b>82</b>
3.3.1.1. Categoría I .....	82
3.3.1.2. Categoría II .....	83
3.3.1.3. Categoría III .....	83
3.3.1.4. Categoría IV.....	83
<b>3.4. FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES TÉCNICAS</b> .....	<b>83</b>
<b>3.4.1. INSPECCIÓN PERIÓDICA</b> .....	<b>83</b>
<b>3.4.2. INSPECCIÓN NO PERIÓDICA</b> .....	<b>84</b>
<b>3.4.3. INSPECCIÓN DE COMPONENTES REMANUFACTURADOS</b> .....	<b>84</b>
<b>3.5. CRITERIO DE ACEPTACIÓN</b> .....	<b>86</b>
<b>4. PROPUESTA DE DIRECTRICES DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER</b> .....	<b>87</b>
<b>4.1. PLAN DE INSPECCIÓN</b> .....	<b>87</b>
<b>4.1.1. BLOQUE VIAJERO</b> .....	<b>87</b>
<b>4.1.2. GANCHO</b> .....	<b>88</b>
<b>4.1.3. BLOQUE CORONA</b> .....	<b>89</b>
<b>4.1.4. MALACATE</b> .....	<b>90</b>
<b>4.1.5. CABLE DE PERFORACIÓN</b> .....	<b>92</b>

<b>4.1.6. ELEVADORES DE TUBERÍA .....</b>	<b>98</b>
<b>4.1.7. ELEVADORES DE VARILLA.....</b>	<b>100</b>
<b>4.1.8. BRAZOS DE LOS ELEVADORES .....</b>	<b>102</b>
<b>4.2. LISTAS DE CHEQUEO PROPUESTA.....</b>	<b>105</b>
<b>4.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....</b>	<b>122</b>
<b>4.4. TAREAS DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>122</b>
<b>4.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LISTA DE CHEQUEO.....</b>	<b>122</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>123</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1: Tareas de Mantenimiento	

## **ANEXOS**

### **1. LISTA DE ILUSTRACIONES**

### **2. LISTA DE TABLAS**

## 1. LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: Tintas Penetrantes.....	26
ILUSTRACIÓN 2: Yoke, Lámpara ultravioleta .....	28
ILUSTRACIÓN 3: Solución Partículas Magnéticas .....	28
ILUSTRACIÓN 4: Medidor de espesores .....	29
ILUSTRACIÓN 5: Sistema de levantamiento.....	31
ILUSTRACIÓN 6: Partes del Bloque Corona .....	32
ILUSTRACIÓN 7: Bloque Corona .....	34
ILUSTRACIÓN 8: Partes del Bloque Viajero .....	35
ILUSTRACIÓN 9: Bloque Viajero.....	36
ILUSTRACIÓN 10: Esquema principal .....	37
ILUSTRACIÓN 11: Malacate .....	39
ILUSTRACIÓN 12: Sistema de frenos del Malacate.....	41
ILUSTRACIÓN 13: Componentes del Malacate .....	42
ILUSTRACIÓN 14: Cable de Acero .....	43
ILUSTRACIÓN 15: Forma adecuada de medir el diámetro del Cable .....	43
ILUSTRACIÓN 16: Arrollamiento Cruzado .....	45
ILUSTRACIÓN 17: Arrollamiento Lang.....	45
ILUSTRACIÓN 18: Arrollamiento Alternado .....	45
ILUSTRACIÓN 19: Adecuado transporte del Cable.....	47
ILUSTRACIÓN 20: Manipulación adecuada del Cable.....	48
ILUSTRACIÓN 21: Cable orón común de capa simple.....	49
ILUSTRACIÓN 22: Cable torón Seale .....	49
ILUSTRACIÓN 23: Cable torón Filler.....	50
ILUSTRACIÓN 24: Cable torón Warrington.....	50
ILUSTRACIÓN 25: Partes del Gancho .....	53
ILUSTRACIÓN 26: Ganchos de Varilla.....	55
ILUSTRACIÓN 27: Partes del Gancho de Varilla .....	55
ILUSTRACIÓN 28: Partes de los Brazos.....	56
ILUSTRACIÓN 29: Elevador Varco BJ serie Y .....	57
ILUSTRACIÓN 30: Elevador Varco BJ serie A .....	58
ILUSTRACIÓN 31: Elevadores de Varilla .....	59
ILUSTRACIÓN 32: Partes del Elevador de Varilla.....	59
ILUSTRACIÓN 33: Motor Diesel.....	61

ILUSTRACIÓN 34: Sistema de Circulación .....	62
ILUSTRACIÓN 35: Sistema de Rotación Convencional .....	63
ILUSTRACIÓN 36: Swivel .....	64
ILUSTRACIÓN 37: Mesa Rotaria.....	65
ILUSTRACIÓN 38: Llave Hidráulica de Tubería .....	66
ILUSTRACIÓN 39: Llave Manual de Tubería .....	66
ILUSTRACIÓN 40: Preventoras de Ariete, Ciego y Anular.....	68
ILUSTRACIÓN 41: Acumulador.....	68
ILUSTRACIÓN 42: Daños frecuentes de los Cables .....	91
ILUSTRACIÓN 43: Caliper .....	91
ILUSTRACIÓN 44: Caliper digital .....	92
ILUSTRACIÓN 45: Martin Spike.....	92
ILUSTRACIÓN 46: Detalle de equipo ZAWADA MD 120 .....	93
ILUSTRACIÓN 47: Cabezal Magnético MH-20-40 .....	94

## 2. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de pruebas NDT .....	24
Tabla 2. Especificaciones y dimensiones para las diferentes capacidades de carga permitidas del Bloque Viajero .....	37
Tabla 3. Dimensiones de Ganchos .....	54
Tabla 4. Especificaciones de Brazos .....	56
Tabla 5. Especificaciones de los Elevadores .....	60
Tabla 6. Especificaciones generales de equipos de Varisur S.A.S.....	72
Tabla 7. Niveles de seguridad SSL.....	77
Tabla 8. Periodicidad Recomendada para Inspección del Equipo de Levante .....	85
Tabla 9. Categoría y frecuencia de inspección del Bloque Viajero .....	87
Tabla 10. Categoría y frecuencia de inspección del Gancho .....	89
Tabla 11. Métodos de inspección a partes del Gancho .....	89
Tabla 12. Categoría y frecuencia de inspección del Gancho .....	89
Tabla 13. Métodos de inspección a las partes del Bloque Corona .....	90
Tabla 14. Categoría y frecuencia de inspección del Gancho .....	91
Tabla 15. Especificaciones diámetro Malacate y desgastes.....	92
Tabla 16. Categoría y frecuencia de inspección de los Elevadores de Tubería.....	99
Tabla 17. Categoría y frecuencia de inspección de los Elevadores de Varilla .....	100
Tabla 18. Criterio de inspección para Elevadores de Varilla OCM .....	101
Tabla 19. Categoría y Frecuencia de Brazos de los Elevadores .....	103
Tabla 20. Especificaciones Brazo del Elevador .....	104

## INTRODUCCIÓN

Los servicios de workover son utilizados para el aumento de producción o en la reparación de los pozos existentes, estos equipos permiten realizar trabajos de sellamiento de zonas agotadas y apertura de nuevas zonas productoras.

Como una gran necesidad de la industria petrolera de aprovechar al máximo la producción de los yacimientos encontrados y teniendo en cuenta que trabajos posteriores a la puesta en marcha del pozo son los que nos ayudan a mantener la producción y con el fin de obtener el mayor recobro de petróleo posible se llevan a cabo trabajos de reacondicionamiento de pozo o WORKOVER los cuales son realizados con equipos de perforación de menor capacidad que las torres usadas en perforación de pozos

Sin embargo este tipo de servicios evidencian diferentes clases de riesgos operacionales, de tal manera que para minimizar estos riesgos operacionales se debe seguir una serie de procesos, los cuales hacen que se evite la pérdida en procesos operacionales tanto técnicos como económicos, previendo y corrigiendo el desgaste de los equipos, teniendo en cuenta los estándares internacionales que dan la información precisa para el uso adecuado de cada equipo.

Debido a este problema que se tiene en la industria se ve la necesidad de elaborar un manual práctico para agilizar el procedimiento de inspección de manera segura y óptima del sistema de levantamiento de los equipos de workover y así tener una herramienta de uso práctico para que el inspector pueda hacer su labor de manera eficaz en cuanto a mantenimiento preventivo, predictivo y a inspección de los equipos.

Además este manual práctico ofrece muchos beneficios operacionales los cuales pueden ayudar a predecir fallas, ampliar la vida útil del equipo, verificar la calidad

de los componentes del equipo, dar un mejor dictamen para evitar problemas en cuanto a pérdida de tiempo y así obtener un buen funcionamiento del sistema de levantamiento de los equipos de workover.

## ABREVIATURAS

A: Adecuado  
AC: Alternating Current  
ANSI: American National Standards Institute  
API: American Petroleum Institute  
ASTM: American Society for Testing Materials  
DC: Direct Current  
HP: Horse Power  
I: Inadecuado  
IV: Inspección Visual  
LF: Fault Location  
LMA: Loss of Metallic Area  
LP: Líquido Penetrante  
MT: Magnetic Particle Testing  
NA: No Aplica  
NDT: Non-Destructive Testing.  
OCM: Oil country Manufacturing  
PM: Pruebas Magnéticas  
PND: Pruebas No Destructivas  
PSL: Product Specification Levels  
PT: Liquid Penetrant Testing  
RCM: Reliability Centered Maintenance

RP: Recommendation Practice

RX: Pruebas Radiográficas

RT: Radiographic Testing

SPEC: Standard Performance Evaluation Corporation

SSL: Structural Safety Level

SWL: Safe Working Load

TPM: Total Productive Maintenance

TON: Tonelada

UT: Ultrasonic Testing

Vdes: Maximum Rate Design Wind Velocity

VI: Visual Inspection

## **1. MARCO TEORICO**

### **1. 1 MARCO INSTITUCIONAL**

#### **1.1.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

VARISUR S.A.S. Fue Creada el 3 de marzo de 1.986, por iniciativa del Ingeniero CARLOS ONOFRE PINZON SIERRA. Egresado en el año de 1.960, de la facultad de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, con más de 25 años de experiencia en las actividades de perforación, mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo, orientó sus esfuerzos a la creación de una empresa de origen nacional, con capacidades humanas, técnicas y financieras, capaz de competir en un mercado hasta entonces controlado por firmas extranjeras.

Con la adquisición de un equipo básico para el mantenimiento de pozos de petróleo, marca FRANK 33, con capacidad de 48.000 libras, se iniciaron las actividades de varilleo en los pozos de la Asociación DINA 540, operada por la empresa HOCOL S. A., generando empleo directo a 12 personas e iniciando un proceso de consolidación y crecimiento en la industria.

Con 14 frentes de trabajo con capacidades desde 180.000 a 320.000 libras de tensión y una nomina que supera los 400 trabajadores, VARISUR S.A.S atiende actualmente las necesidades que en materia de mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo, demandan en los Departamentos del Huila, Tolima y Meta, Operadoras tales como HOCOL S. A., PACIFIC RUBIALES ENERGY y ECOPETROL S. A.

#### **1.1.2 MISIÓN**

Prestar los servicios de Completamiento, Mantenimiento y Reacondicionamiento de Pozos de PETRÓLEO, GAS y AGUA, cumpliendo con los requerimientos de los clientes, desarrollando nuestros procesos con personal competente que contribuya a lograr alcanzar bienestar y desarrollo de la organización, empleados, comunidades, generando un beneficio económico apropiado para los socios a

través de la Transparencia, Sostenibilidad, Responsabilidad, Confianza y Trabajo en Equipo.

### **1.1.3 VISION**

Estar posicionados en el año 2016 como una alternativa confiable en el sector de Hidrocarburos a nivel nacional, siendo reconocidos por la prestación de los servicios bajo Estándares de Calidad, Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Talento Humano altamente capacitado, satisfaciendo las necesidades de los clientes internos.

## **1.2 MARCO REFERENCIAL**

La combinación de dos aspectos importantes en los procesos de la perforación de pozos petroleros, como lo son el mantenimiento y la inspección de los equipos, son actividades que serán definidas a continuación. Cabe resaltar que el plan de directrices va enfocado al sistema de levantamiento el cual es parte fundamental en los equipos de workover y el cual está conformado por una serie de herramientas: malacate, corona, bloque viajero, elevadores, brazos de elevadores, cable; todos estos equipos entrelazados tienen la capacidad de soportar el peso de la sarta.

### **1.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO<sup>1</sup>**

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.

---

<sup>1</sup> Soportec. "Mantenimiento preventivo y correctivo" [en línea], disponible en: <http://www.soportec.com.mx/articulos/mantenimiento-preventivo-y-correctivo>, recuperado: 20 de septiembre de 2013.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar las consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo también incluyen acciones como cambios de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes. Es por eso que es de vital importancia tener en cuenta este mantenimiento ya que debe evitar los fallos de los equipos cuando estén en operación.

### **1.2.2 INSPECCIÓN<sup>2</sup>**

La función principal del sistema de levantamiento es la de proveer un medio para bajar o levantar sartas de perforación, de revestimiento y otros equipos del sub suelo, y hacer que la perforación de pozos de hidrocarburos sean lo más económicamente posible. Uno de los objetivos de los trabajos de inspección es mantener el equipo en operación continuamente, sin embargo el uso y el funcionamiento del equipo en las operaciones requieren hacer paradas en el proceso, lo cual afecta de manera directa en el costo diario de perforación.

Para dar confiabilidad y seguridad en los trabajos realizados, es necesario garantizar la calidad o el correcto funcionamiento de los componentes del sistema de levantamiento en periodos de tiempo establecidos dependiendo del ambiente laboral en el cual se va a realizar la inspección. Inspeccionar los equipos de levantamiento en perforación es una actividad que amerita el cumplimiento técnico y verificación de las condiciones de las siguientes áreas del mismo: unidades de potencia motores, sistema de contrapeso, transmisión, sistema hidráulico, sistema eléctrico. El objetivo de esta inspección es revisar las características físicas de cada uno de los componentes del equipo. Determinando cuáles son normales y distinguirlas de aquellas características anormales. En este sentido, es posible desarrollar la inspección del equipo para verificar que cumpla la normatividad o en su defecto las especificaciones del fabricante.

### **Categorías de Inspección**

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

---

<sup>2</sup> American Petroleum Institute (2012). Norma API RP 8B, Recommended Practice for Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Hoisting Equipment, p.6.

**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.

**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.

**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.

**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.

### 1.2.3 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS-PND<sup>3</sup>

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.

---

<sup>3</sup> Isotec S.A. "Inspección y diagnóstico técnico" [en línea], disponible en: <http://www.isotec.com.co/portal2/>, recuperado: 2 de octubre de 2013.

- 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

### 1.2.3.1 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.

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.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> International Organization for Standardization (2012). Norma ISO 9712, Ensayos No Destructivos, calificación y certificación del personal.

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.

### **1.2.3.2 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 flourece 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.



**ILUSTRACIÓN 1. Tintas Penetrantes**

**Fuente: ISOTEC S.A**

### **1.2.3.3 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



**ILUSTRACIÓN 2. Yoke, Lámpara ultravioleta**

**Fuente: Varisur S.A.S. 2013**



**ILUSTRACIÓN 3. Solución Partículas Magnéticas con Agua**

**Fuente: Varisur S.A.S. 2013**

#### 1.2.3.4 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.



**ILUSTRACIÓN 4. Medidor de espesores**

**Fuente: Dakota Ultrasonics**

### **1.2.3.5 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.

### **1.2.4 CONCEPTOS BASICOS DE WORKOVER**

Antes de los años 50 cada pozo perforado se realizaba con una torre estacionaria y esta era usada para el mantenimiento del pozo a lo largo de su vida.

Actualmente los pozos son perforados con equipos portátiles, en el pozo solo se deja un cabezal y en algunas ocasiones una bomba, por tal motivo las compañías que realizan los trabajos de workover deben llevar su equipo para intervenir el pozo, dependiendo de las necesidades que tenga la compañía operadora que ha contratado el servicio.<sup>5</sup>

### **1.2.5 DESCRIPCION DEL EQUIPO**

Estos equipos de workover 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 y surgencias, en este trabajo de grado se enfatiza en el sistema de levantamiento siendo el encargado de introducir, sostener o extraer del pozo cargas pesadas de tubos, con suficiente potencia, aplicación de velocidades adecuadas, freno eficaz y mangos efectivos que garanticen la realización optima de las operaciones sin riesgos para el personal y equipo.

La clasificación de estos equipos está basada en los caballos de potencia del motor (Hp) y la capacidad de carga (Ton)

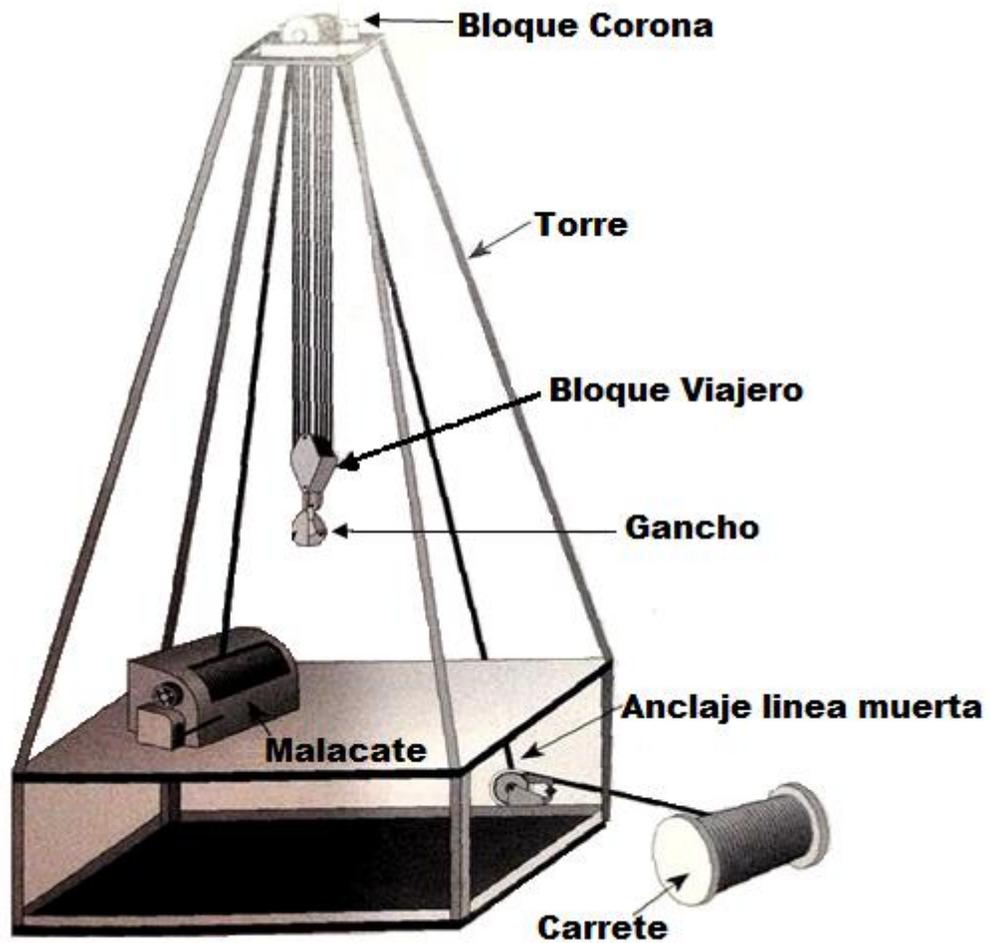
---

<sup>5</sup> Kate Van Dyke, "A primer of Oilwell Service, Workover, and Completion", First Edition, Austin Texas, 1997 p.59

### 1.2.5.1 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

Está compuesto por: malacate, freno auxiliar, el bloque viajero, el gancho, el cable de acero, la llave mecánica, el elevador, el collarín (safety clamp), la cuña, etc.

La función de este sistema es la de introducir, sostener o extraer del pozo tubos, varillas y herramientas



**ILUSTRACIÓN 5: Sistema de levamiento**

**Fuente: A primer of Oilwell service, workover, and completion**

Dentro de los componentes del sistema de levamiento se encuentran

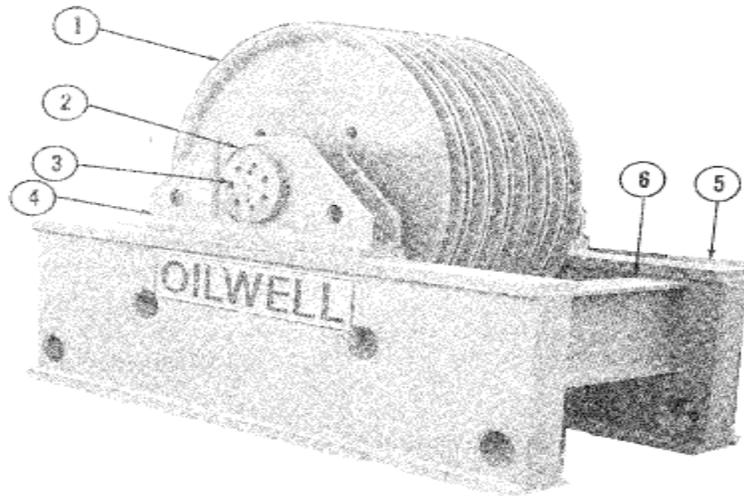
### 1.2.5.1.1 CORONA<sup>6,7</sup>

La corona es un arreglo de poleas montado en el tope de la torre de perforación. La mayoría de las coronas de reciente fabricación tienen de cuatro a siete poleas que pueden ser hasta de cinco pies de diámetro y están montadas en fila en un pasador central.

Una excepción a éste diseño es la corona para la torre portátil de servicio liviano, el cual tiene poleas instaladas en ángulo recto unas de otras y pasadores centrales instalados en dos niveles distintos. Las poleas en este bloque, como en casi todos los arreglos de bloques de corona, tienen restringidores especiales para evitar que los cables se salgan de las poleas en el caso de aflojarse la tensión del cable.

La disposición especial de las poleas en este tipo de torre portátil hace que la línea viva y la línea muerta bajen por la parte posterior del mástil.

El bloque corona se compone de poleas, base, pasador central, rodamientos



**ILUSTRACIÓN 6. Partes del Bloque Corona**

**Fuente: Oil Well Blocks**

<sup>6</sup> Ecopetrol, Manual de Operaciones de Perforación, Capítulo 3, Selección de equipos, noviembre 19 2006 p.6

<sup>7</sup> Division of United States Steel, "Oil Well Blocks, Installation Care and Operating Instructions", USA. P. 1-11

- 1. Poleas de cable de acero**
- 2. Pasador central**
- 3. Accesorios de lubricación**
- 4. Rodamientos**
- 5. Base**
- 6. Base miembro transversal**

### **Poleas**

Las poleas están montadas sobre rodamientos lubricados con grasa de alta resistencia. Las ranuras son elaboradas según las especificaciones API.

### **Base**

La base principal se fabrica y se refuerza para dar máxima resistencia con el menor peso posible. Se proporcionan huecos para elevar líneas.

### **Pasador Central**

El pasador central es mecanizado de una aleación de acero con tratamiento térmico. Pasajes de grasa se proporcionan en el pasador de modo que los rodamientos de cada polea pueden ser lubricados desde cualquier lado del bloque. El pasador está enchavetado al soporte de tal manera que no puede girar.

### **Rodamientos**

Los rodamientos de rodillos se proporcionan para cada polea. Están diseñados con una amplia capacidad de carga radial así como el empuje lateral.

Nota: determinar el peso del bloque corona y tener la certeza de que la torre y el equipo de levantamiento tengan una resistencia suficiente para soportar con seguridad el peso total, en la toma de esta determinación se debe recordar que el equipo debe soportar como mínimo el doble del peso que tiene el bloque corona.



**ILUSTRACIÓN 7: Bloque Corona**  
**Fuente: Varisur S.A.S. 2013**

#### **1.2.5.1.2 BLOQUE VIAJERO** <sup>8,9,10</sup>

El bloque viajero sube y baja entre dos posiciones en la torre. Este lleva en su extremo inferior el gancho, el cual soporta la sarta de tubería y herramienta cuando se realizan trabajos de reacondicionamiento y los brazos (bails) que sostienen los elevadores, cuando se mete o saca tubería.

**Capacidad de carga:** La selección de un bloque viajero para una torre determinada o para un trabajo especial, depende de la capacidad de carga del bloque en toneladas. La capacidad de los bloques viajeros ha sido establecida por el Instituto Americano del Petróleo (API), y puede variar de cinco toneladas a 650 toneladas o más. También es posible diseñar bloques especiales con capacidad de carga hasta de 2250 toneladas.

**Capacidad de carga de los rodamientos:** Se recomienda asignar un valor adicional para la capacidad de carga del cojinete principal de un bloque viajero. Generalmente, la clasificación de carga de los cojinetes es más alta que la capacidad de carga del bloque entero. La evaluación de servicio de los cojinetes se efectúa, normalmente a un número específico de revoluciones por minuto. Algunos fabricantes usan una base de 75 rpm; otros usan la base de 100 rpm.

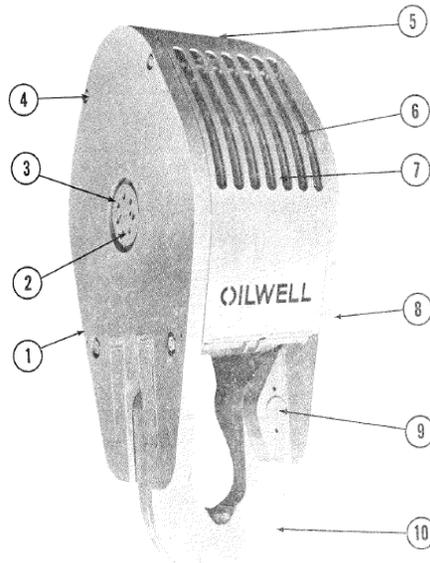
---

<sup>8</sup> Ecopetrol. Op. Cit., p. 4.

<sup>9</sup> Division of United States Steel. Op .cit p.1-11

<sup>10</sup> McKissick Oilfield Drilling Blocks. "RJ style Drilling Blocks" [en línea], disponible en: <http://www.thecrosbygroup.com/Portals/0/docs/NewProducts/oilfieldblocks.pdf>, recuperado: 25 de septiembre de 2013.

El bloque viajero se compone de poleas, horquilla, pasador central, platos laterales, platos protectores.



**ILUSTRACIÓN 8: Partes del Bloque Viajero**  
**Fuente: Oil Well Blocks**

- 1. Platos laterales**
- 2. Pasador central**
- 3. Accesorios de lubricación**
- 4. Pernos**
- 5. Cubierta**
- 6. Protector lateral**
- 7. Polea del cable**
- 8. Placa lateral/bloque guía**
- 9. Pasador de la horquilla/seguro**
- 10. Horquilla**

### **Poleas**

Las poleas son de precisión equilibrada y operan en los rodamientos de rodillos de alta resistencia. Las ranuras de línea de cable se forman con precisión a las especificaciones API

## **Horquilla**

La horquilla de acero sólido se suspende a partir de dos grandes pasadores que se encuentran en soportes que son integrales con las placas laterales. La horquilla se extiende por debajo de las placas laterales y permite 90 grados de giro del gancho de perforación, de cualquier forma con la vertical.

## **Pasador Central**

El pasador central de gran diámetro es de acero con tratamiento térmico, alto contenido de carbono. Está diseñado para una máxima rigidez y resistencia.

## **Placas laterales**

Se trata de placas de acero sólidas elaboradas bajo altos estándares de calidad. Las cabezas de los pernos y las tuercas están empotradas.

## **Platos Protectores**

Los platos protectores extraíbles se curvan por el contorno de las placas laterales. Están contruidos de modo que permita la fácil encadenado del bloque. Proporcionan la máxima protección a las poleas durante el funcionamiento.

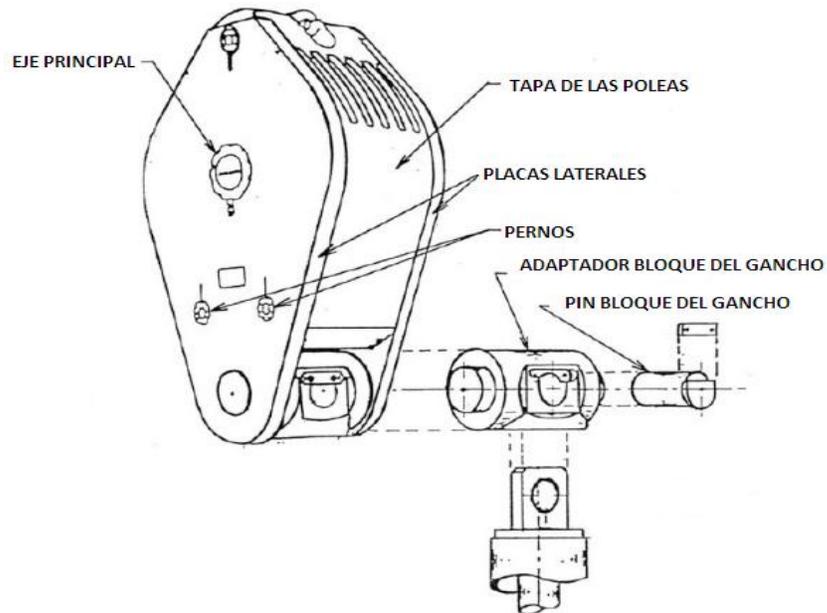
La instalación del bloque viajero requiere sólo que se pueda colocar en posición para facilitar "encadenar". Para evitar el cruce de las líneas durante el "encadenar", en operación se sugiere que la línea de polea rápida del bloque viajero esté en la misma posición relativa que la línea de polea rápida del bloque corona.



**ILUSTRACIÓN 9: Bloque viajero**

**Fuente: Varisur S.AS. 2013**

A continuación se muestran las imágenes y especificaciones de un estilo de bloque viajero llamado “RP Style” de la empresa Mckissick Oilfield Drilling Blocks. Cumple con lo acordado (350 y 500 Ton) ya que su máxima capacidad es de 1000 Ton.



**ILUSTRACIÓN 10: Esquema principal**

**Fuente: Mckissick Oilfield Drilling Blocks**

**Tabla No. 2:** Especificaciones y dimensiones para las diferentes capacidades de carga permitidas del bloque viajero.

**RP Style Drilling Blocks**

Working Load Limit Tons	Sheave Diameter (in.)	Standard Wire Rope Size (in.)*	Weight Each (lbs.)	Dimensions (in.)										
				A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M
250	36	1-1/8	5600	74.00	63.00	11.00	36.00	39.00	24.25	5.00	2.50	3.50	10.88	7.94
250	42	1-1/8	7050	80.00	69.00	11.00	42.00	44.00	24.25	5.00	2.50	3.50	10.88	7.94
350	42	1-1/4	7150	80.00	69.00	11.00	42.00	44.00	24.25	5.00	2.50	3.50	10.88	7.94
500	60	1-3/8	16100	98.25	84.25	14.00	60.00	61.50	32.75	6.00	3.50	4.00	15.00	12.75
750	60	1-1/2	21800	107.25	92.25	15.00	60.00	61.50	39.00	9.00	4.50	5.00	18.50	17.00
1000	72	1-3/4	38500	127.25	109.25	18.00	72.00	74.00	48.25	9.00	5.00	6.25	19.75	21.25

**Fuente: Mckissick Oilfield Drilling Blocks**

### **Características del producto:**

- Capacidades permitidas: 250, 350, 500, 750 y 1000 Ton.
- Doble línea de cojinetes pre ajustados con sellos
- Contiene poleas con ranuras de flama endurecidas
- Las ranuras son de perfil API
- Posee un canal de lubricación separado para cada polea
- Se puede permitir más peso si se requiere
- Los requerimientos de fabricación según la API 8C, incluyen toda la documentación
- Cada bloque es serializado individualmente para mayor confiabilidad
- Mínimo diseño de temperatura de -20 grados centígrados (-4 grados F)

#### **1.2.5.1.3 MALACATE<sup>11,12</sup>**

El malacate es un conjunto de componentes de propulsión mecánica, que desarrolla la función de proporcionar fuerza de transmisión de características apropiadas para permitir que se levanten cargas. Existen dos métodos para describir el malacate, uno es respecto a su potencia, el cual menciona caballaje y el otro es dando la profundidad máxima a la que puede perforar.

Además, es la parte principal en el sistema de levantamiento en un equipo de workover, por lo tanto se tiene que tener bastante cuidado en su mantenimiento, ya que esta unidad se somete a trabajo constante y pesado durante trabajos de intervención que necesite el pozo.

---

<sup>11</sup> Cominar S.A. "Malacates" [en línea], disponible en <http://www.comincar.com/espanol/servicios2.html#12>, recuperado: 17 de agosto del 2013

<sup>12</sup> Frias Fraire, Carlos Alberto "Características y funcionamiento de los componentes de los equipos de perforación", <http://www.slideshare.net/CarlosFriasFraire/caractersticas-y-funcionamiento-de-los-componentes-de-un-equipo-de-perforacin>, recuperado: 5 de septiembre del 2013



**ILUSTRACIÓN 11: Malacate**  
**Fuente: National Oil Well Varco**

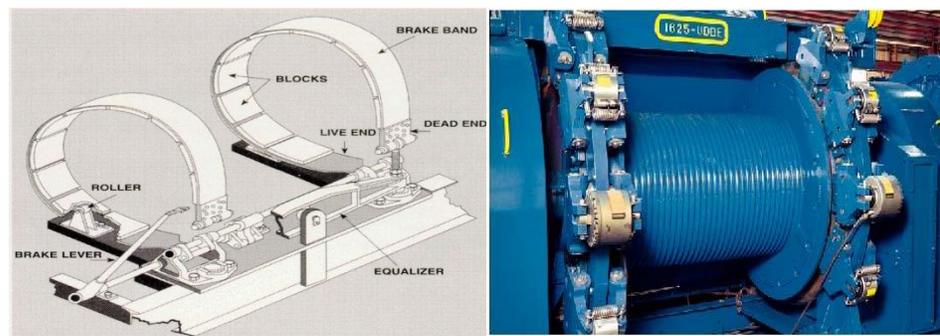
#### **PRINCIPALES COMPONENTES:**

- **Sistema de entrada de potencia:** este conjunto tiene la función de transmitir la potencia de los motores hacia la transmisión seleccionadora, se usan en los equipos de workover y varía de acuerdo con el tamaño y caballaje del malacate.
- **Conjunto cabrestante o malacate principal:** es un componente mecánico-neumático que esta acoplado a la flecha del malacate de sondeo y tiene como función apretar y aflojar la tubería que se utiliza para efectuar operación en el interior de un pozo.
- **Conjunto contra flecha de la rotaria:** es un conjunto que cumple la función de transmitir movimiento a la mesa rotaria, ya sea que este movimiento se transmita por cadena o por medio de un embrague neumático o también por cardan.
- **Sistema de frenos de un malacate principal:** el sistema de frenos en un malacate tiene como función detener el deslizamiento de la tubería al interior de un pozo y esto se hace al accionar dos bandas que van montadas en dos tambores acondicionados en el carrete principal para servir de pista de contacto.

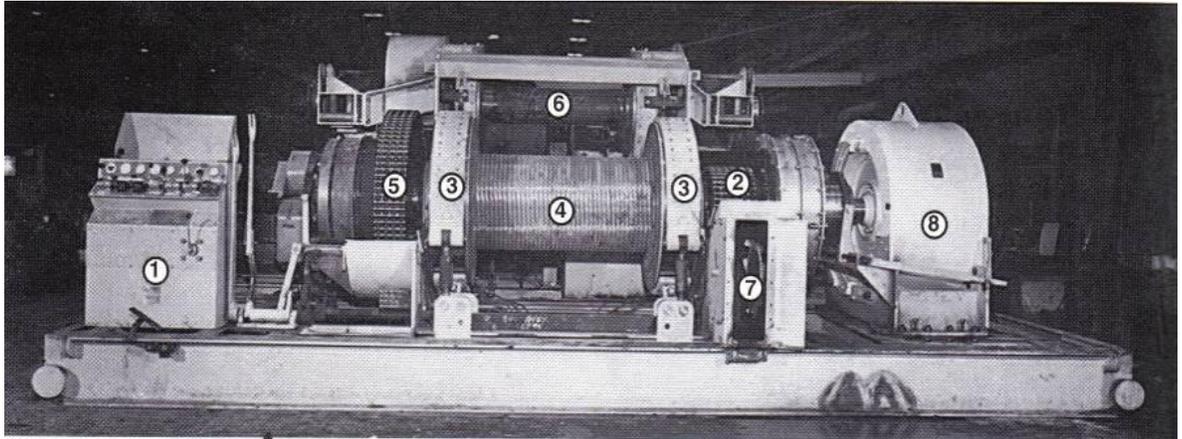
- **Conjunto de poleas, rodillos para la guía del cable de cabrestante, rodillos para la línea rápida:** estos componentes auxiliares cumplen una función importante en el funcionamiento de un equipo, cuando se efectúan operaciones para sacar o meter tuberías, en el caso de los rodillos de cable (línea rápida) sirve para estabilizar el deslizamiento del cable sin tener movimiento excesivo hacia los lados, evitando así que los hilos de acero sufran flexión y por lo tanto calentamiento, ya que en ocasiones por este efecto el cable se rompe.
- **Conjunto caja de 90°:** es una transmisión especial de engranes helicoidales a 90° nivelados y se encuentra montada frente al malacate de donde toma la potencia a su vez y su función es transmitir movimiento a la mesa rotaria por medio de una flecha cardan, con yugos y crucetas.
- **Freno hidromático:** Es un componente de aplicación necesaria en los equipos de workover convencionales y su funcionamiento se basa en el aprovechamiento de la fuerza hidráulica la cual se produce por la resistencia que genera el agua en su interior la cual es presurizada por un estator y proyectada a los huecos de un rotor produciendo una energía mecánica la cual es utilizada para complementar el frenado del carrete del malacate al cual se encuentra acoplado, la potencia de frenado depende de la velocidad del fluido en la cámara del freno.
- **Sistema neumático:** para hablar del sistema neumático de un equipo es necesario incluir todos sus componentes ya que estos están interconectados entre sí por una red de suministro de aire. La cual tiene su principio en la sección donde se ubican los compresores de aire, tanque de almacenamiento, válvulas de relevo, válvulas de paso y bloqueo, líneas, mangueras y conexiones para el suministro de aire, un gabinete que se denomina consola neumática, la cual consta de válvulas de control, manómetros y lubricadores, todos estos componentes tienen como función suministrar presión de aire controlada para hacer funcionar los diferentes equipos y accesorios de un malacate.
- **Malacate neumático:** esta unidad como su nombre lo indica, toma la potencia de una cabeza neumática, la cual recibe una presión de aire, el cual se distribuye alternadamente en sus émbolos de fuerza, generando una potencia rotaria, la cual se aprovecha para hacer maniobras,

levantando pesos muertos o ayudar en algunos trabajos en el piso de un equipo de workover.

- **Motor de arranque neumático:** el motor de arranque es un conjunto mecánico, neumático que se aplica como unidad secundaria, la cual sirve para dar movimiento a un motor diesel durante su etapa de arranque, estas unidades son variadas en su potencia ya que esta es de acuerdo con el tipo y el tamaño del motor, que tiene que impulsar para lograr puesta en marcha.
- **Consola de instrumentos:** la consola de instrumentos en un equipo de perforación, reúne un conjunto de componentes que se utilizan para el control operativo de las unidades de perforación o workover.
- **Embrague neumático:** es un componente que sirve para conectar una transmisión en movimiento y transmitir este movimiento cuando sea requerido, esto se hace mediante un arreglo especial con accesorios que faciliten la operación de este componente.
- **Freno:** este conjunto de piezas es un sistema de protección para las coronas instaladas en los mástiles de los equipos de workover, su función es detener al bloque viajero; oportunamente antes de impactar la parte inferior de las coronas.



**ILUSTRACIÓN 12: Sistema de Frenos Malacate**  
Fuente: Catalogo National Oil Well Varco



**ILUSTRACIÓN 13: Componentes del Malacate**  
**Fuente: Catalogo National Oil Well Varco**

- 1- Engranaje de alta**
- 2- Motores eléctricos**
- 3- Tambor del malacate**
- 4- Tambor de línea de acero (Opcional)**
- 5- Cadena del cabeza de gato**
- 6- Engranaje de baja**
- 7. Eje de salida**
- 8- Eje de entrada**

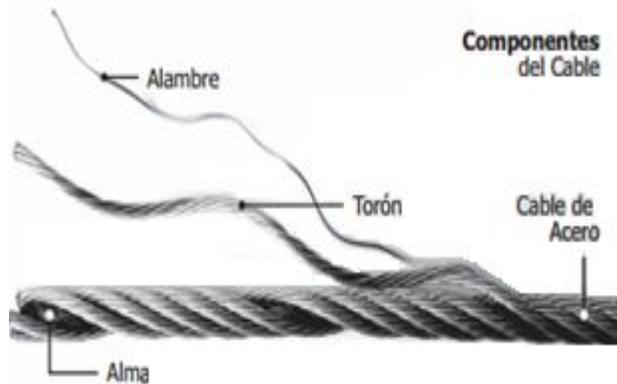
#### **1.2.5.1.4 CABLES<sup>13,14</sup>**

Los cables de acero están constituidos por alambres de acero, generalmente trenzados en hélice (espiral) formando las unidades que se denominan torones los cuales posteriormente son cableados alrededor de un centro que puede ser de acero o de fibra. El número de torones en el cable puede variar según las propiedades que se desean obtener.

---

<sup>13</sup> Catalogo Emcocables, “manejo clasificación, factores de seguridad usos y recomendaciones”[en línea], disponible en: <http://www.emcocables.com/catalogos/cables.pdf>, recuperado: 5 de septiembre de 2013.

<sup>14</sup> Manual del usuario de cables, Union Wireco World Group, Kansas Usa, [en línea], disponible en: [http://www.unionrope.com/Resource\\_/PageResource/Union/Wire-Rope-User-Guide-Spanish.pdf](http://www.unionrope.com/Resource_/PageResource/Union/Wire-Rope-User-Guide-Spanish.pdf), recuperado: 5 de septiembre del 2013.

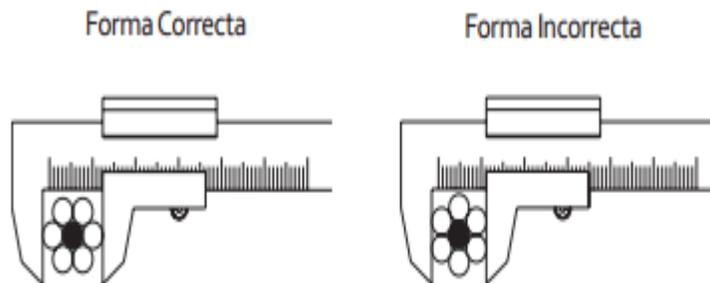


**ILUSTRACIÓN 14: Cable de Acero**  
**Fuente: Catálogo Emcocables**

### **Diámetro**

Se considera el diámetro de un cable a la circunferencia circunscrita a la sección del mismo, expresado en milímetros (mm).

Cuando un cable nuevo entra en servicio, los esfuerzos que soporta le producen una disminución del diámetro, acompañada de un aumento en su longitud, a causa del asentamiento de los distintos elementos que forman el cable. Esta disminución de diámetro es mayor cuanto mayor es la proporción de fibra textil que lo forma.



**ILUSTRACIÓN 15: Forma adecuada de medir diámetro del Alambre**  
**Fuente: Catálogo Emcocable**

## **Alambres**

El alambre es obtenido por estiramiento al reducir el diámetro del alambroón, haciéndolo pasar por dados o matrices mediante la aplicación de una fuerza axial.

Las propiedades del alambre dependen básicamente de su composición química, microestructura, nivel de inclusiones, tamaño de grano, segregaciones y condiciones del proceso.

Todos los alambres deben cumplir con los requisitos establecidos en las normas ASTM A 1007, JIS G 3525, API 9 A, RRW 410 F, ISO 2232.

## **Almas o núcleos**

El alma o núcleo es el eje central de un cable, alrededor del cual van enrollados los torones. Se utiliza alma de acero, fibra natural o sintética.

## **Notación**

La composición de un cable viene expresada por una notación compuesta de tres cifras, por ejemplo 6x19+1 Seale. La primera indica el número de cordones del cable, la segunda el número de alambres de cada cordón y la tercera el número de almas textiles. La palabra Seale indica una disposición especial de los cordones, que se indicará en las clases de arrollamientos.

Si el alma del cable es metálica formada por alambres, se sustituye la última cifra por una notación entre paréntesis que indica la composición de dicha alma. Por ejemplo, 6x19 + (7x7+0). Cuando los cordones o ramales del cable sean otros cables, se sustituirá la segunda cifra por la notación que señale su composición, también entre paréntesis. Por ejemplo, 6 x (6x7+1) + 1.

## **Arrollamiento**

Los alambres de los cordones están colocados en forma de hélice alrededor de un alambre central, formando una o más capas.

El paso del cordón es la longitud que abarca una vuelta completa del alambre alrededor de su núcleo central. Esta distancia se mide paralelamente al eje del cordón. En los cables corrientes, las distintas capas de alambres que forman los cordones tienen pasos diferentes.

Los cordones, a su vez están colocados en el cable en forma de hélice alrededor del alma. El paso de hélice que describe un cordón es el paso del cable.

### **Clases de arrollamiento**

Considerando los sentidos de arrollamiento de los alambres en el cordón, y de los cordones en el cable, se pueden distinguir:

- Arrollamiento cruzado o corriente es aquél en que los cordones están arrollados en sentido contrario al de los alambres que los forman.



**ILUSTRACIÓN 16: Arrollamiento cruzado**  
**Fuente: Catalogo Emcocables**

- Arrollamiento Lang, los alambres en el cordón y los cordones en el cable están arrollados en el mismo sentido.



**ILUSTRACIÓN 17: Arrollamiento lang**  
**Fuente: Catalogo Emcocables**

- Arrollamiento alternado, con cordones que están alternativamente arrollados en el mismo sentido que los alambres y en sentido contrario.



**ILUSTRACIÓN 18: Arrollamiento alternado**  
**Fuente: Catalogo Emcocable**

Además estos tres grupos pueden estar arrollados hacia la derecha o izquierda.

### **Preformado**

En el proceso de fabricación de los cables corrientes, los alambres adoptan la forma de hélice y ocupan sus posiciones respectivas gracias a una deformación elástica, que origina unas tensiones internas en dichos alambres. Por causa de estas tensiones internas, al suprimir las ligadas, o al romperse un alambre, los extremos tienden a recuperar su forma recta primitiva.

En los cables preformados, tanto los alambres como los cordones sufren durante el proceso de fabricación una deformación permanente, adoptando la forma de hélice de acuerdo ya con la posición que habrán de ocupar en el cable.

Al suprimir la deformación elástica, se eliminan las tensiones internas existentes en los alambres de los cables no preformados y que contribuyen a la rotura de dichos alambres por fatiga.

Las principales ventajas de los cables preformados son:

- Mayor flexibilidad, ya que al curvarse no se sumarán las tensiones internas de fabricación al esfuerzo de flexión debido al arrollamiento en poleas y tambores. Esto equivale por tanto a una reducción de los esfuerzos de flexión.
- Evita efectos de cortadura, al no enredarse las puntas de alambre que se rompen por fatiga, no quedan éstas aprisionadas entre el cable y las gargantas de las poleas, evitándose así que corten otros alambres.
- Mayor duración, consecuencia de las dos ventajas anteriores.
- Fácil manejo. Al cortar un cable preformado los cordones y alambres permanecen en su sitio al no tener tendencia a descablearse y desenrollarse formando cocas.
- Facilita el uso del arrollamiento Lang, al reducir los inconvenientes más propios de dicho arrollamiento, hace posible adaptarlo en mayor número de aplicaciones.

### **Material**

El alambre trefilado que se utiliza para la fabricación de cables se obtiene partiendo de fermachine de acero Martin Siemens o de acero al horno eléctrico. Su contenido en carbono varía generalmente del 0,3% al 0,8% obteniéndose dentro de esta gama los aceros dulces, semiduros y duros.

El índice de pureza puede variar según las características requeridas; no obstante estos tipos de acero no pueden contener más de un 0,04% de fósforo y un 0,04% de azufre.

### **Instalación**

Para instalar el cable en el malacate o tambor, es recomendable seguir las instrucciones que se detallan a continuación:

Antes de instalar un nuevo cable se deben examinar las poleas y tambores para asegurar que no tengan desgastes ni defectos.

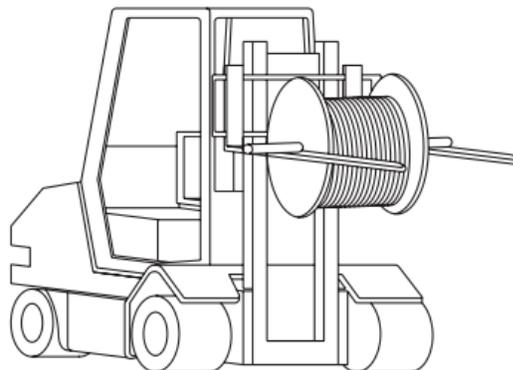
Cuando se encuentre desgaste en las poleas y/o tambores, éstos deben rectificarse al perfil y diámetro requerido para el cable nuevo.

Se debe evitar el giro o rotación del extremo libre del cable porque puede causar desentorchamiento del mismo.

Las terminales y/o accesorios no pueden ser removidos o instalados sin asegurarse de que se mantiene el entorchado.

### **Transporte**

La operación debe realizarse de tal modo que evite absolutamente el contacto de la uña del montacargas o de cualquier otro elemento de izamiento con el cable de acero.



**ILUSTRACIÓN 19: Adecuado transporte del cable**  
**Fuente: Catalogo Emcocable**

## Almacenamiento

Se debe evitar el almacenamiento en lugares que puedan presentar emanaciones de vapores corrosivos y no deben estar en contacto con el piso.

## Mantenimiento

El mantenimiento debe comprender inspecciones, lubricación y limpieza con frecuencia regular, registros de ajustes realizados, defectos notados e incidentes relativos al desempeño del cable.

La inspección debe siempre incluir la fijación de las terminales, con énfasis en el punto de entrada.

## Lubricación

Una lubricación adecuada prolonga la vida útil del cable porque reduce la corrosión y la abrasión por fricción de los torones, alambres y del cable contra las poleas.

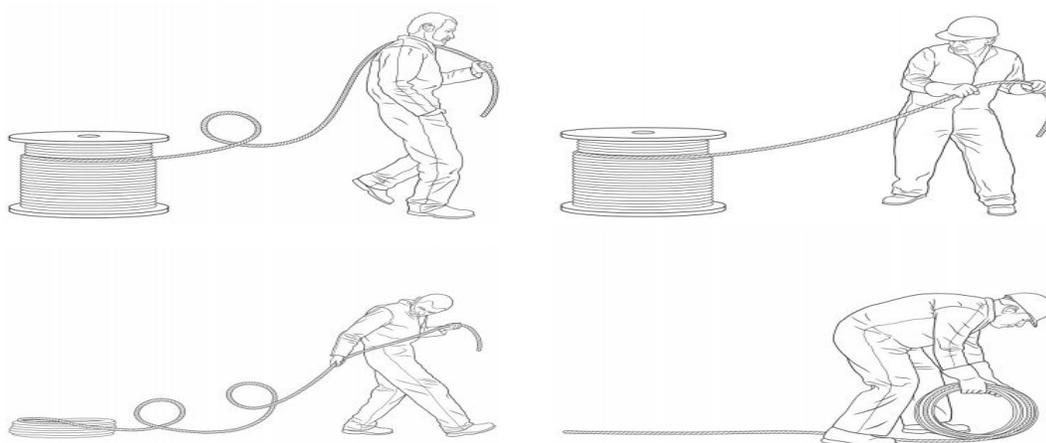
La frecuencia de lubricación depende de los siguientes factores:

- Lubricante retenido por el cable en su fabricación.
- Factor de seguridad, temperatura y ambiente de trabajo.

## Manipulación

Forma incorrecta

forma correcta



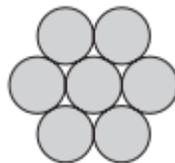
**ILUSTRACIÓN 20: Manipulación adecuada del Cable**  
**Fuente: Catalogo emcocables**

## Clasificación cables de acero

Los cables se clasifican según su diámetro, número de torones, número de alambres, tipo de alma o núcleo y construcción.

- **Torón común de capa simple**

El ejemplo más común de construcción de capa simple es el torón de siete alambres. Tiene un alambre central y seis alambres del mismo diámetro que lo rodean. La composición más común es  $1+6= 7$ .

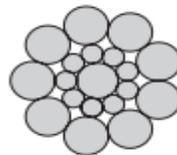


**ILUSTRACIÓN 21: Cable torón común de capa simple**

**Fuente: Catalogo Emcocables**

- **Torón seale**

Construcción que en la última capa tiene los alambres de mayor diámetro que la capa interior, dándole al Torón mayor resistencia a la abrasión. La composición más común es  $1+9+9= 19$ .

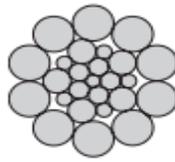


**ILUSTRACIÓN 22: Cable torón seale.**

**Fuente: Catalogo Emcocables**

- **Torón filler**

Se distingue por tener entre dos capas de alambres, otros hilos más finos que rellenan los espacios existentes entre las mismas. Este tipo de torón se utiliza cuando se requieren cables de mayor sección metálica y con buena resistencia al aplastamiento. La composición más común es  $1+6/6+12= 25$ .

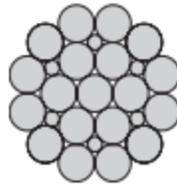


**ILUSTRACIÓN 23: Cable torón filler**  
Fuente: Catalogo Emcocables

- **Torón Warrington**

Se caracteriza por tener una capa exterior formada por alambres de dos diámetros diferentes, alternando su posición dentro de la corona.

El tipo de torón más usado es  $1+6+6/6= 19$ .



**ILUSTRACIÓN 24: Cable torón Warrington**  
Fuente: Catalogo Emcocables

### **Manejo del carrete**

Estas recomendaciones aplican para todos los cables mecánicos en general

- **Uso de eslingas o cadenas**

Cuando sea necesario manipular el cable en el carrete, con las eslingas o cadenas, deben utilizarse bloques de madera entre el cable y el elemento usado (para levantamiento del carrete), para prevenir daños a los alambres o distorsiones de los torones en el cable.

- **Uso de barras**

Cuando se utilicen barras (varillas) para mover el carrete, éstas deben apoyarse en la tapa del carrete (flange) y no contra el cable.

- **Objetos filudos (filosos)**

El carrete no debe rodarse ni dejarse caer sobre objetos duros o filosos, de tal manera que puedan causar daño al cable por mellado y/o muescado.

- **Caída**

El carrete no debe dejarse caer desde el camión o plataforma; esto puede dañar el cable o romper el carrete.

- **Barro, suciedad o cenizas.**

No debe rodarse el carrete sobre superficies que presenten barro, suciedad o cenizas.

Es una buena medida de protección entablar al carrete para facilitar su manejo y evitar daños al cable.

### **Enhebrado de bloques**

Los bloques deben enhebrarse sin generar desgaste contra los lados de las ranuras de las poleas.

- **Cambio de las líneas y corte**

Es una buena práctica en el cambio de líneas, suspender el bloque viajero, desde la corona, en una sola línea. Esto tiende a limitar la canal de rozamiento sobre las guardas o espaciadores, como también disminuir la formación de cocas (doblamiento). Esta práctica también es muy efectiva en el procedimiento de corte.

- **Tensión en el cable.**

La tensión debe mantenerse en el cable desde el momento en que sale del carrete para restringir su movimiento. Debe tenerse suficiente tensión en el embobinado sobre el tambor para asegurar un buen apriete y acomodamiento durante el enrollado del cable.

- **Enhebrado con mordaza tipo giratoria**

Cuando se va a reemplazar un cable desgastado por uno nuevo, el uso de una mordaza enhebrado tipo giratorio es recomendable para sujetar el cable nuevo al cable usado.

No debe soldarse al cable usado para halarlo a través del sistema.

- **Entorchamiento**

Debe tenerse sumo cuidado para evitar el entorchamiento del cable, puesto que la formación de un doblamiento (coca) puede ser causa para retirar el cable completo o la parte afectada del servicio.

- **Limpieza**

El uso de solventes puede causar daño del cable. Si un cable llega a cubrirse de suciedad, arena o cualquier otro material contaminante, se debe limpiar con cepillo (grata).

- **Exceso de cable o capas muertas**

Debe mantenerse el número de capas muertas o exceso de cable según lo establecido por el fabricante del equipo. El cable debe asegurarse apropiadamente en el socket del tambor.

- **Cable nuevo**

Hasta donde sea posible, el cable nuevo debe trabajarse debidamente controlado, bajo cargas y velocidades por un corto periodo de tiempo luego de haberse instalado; esto ayuda a ajustar el cable a las condiciones de trabajo.

### **1.2.5.1.5 GANCHO DE TUBERIA<sup>15, 16</sup>**

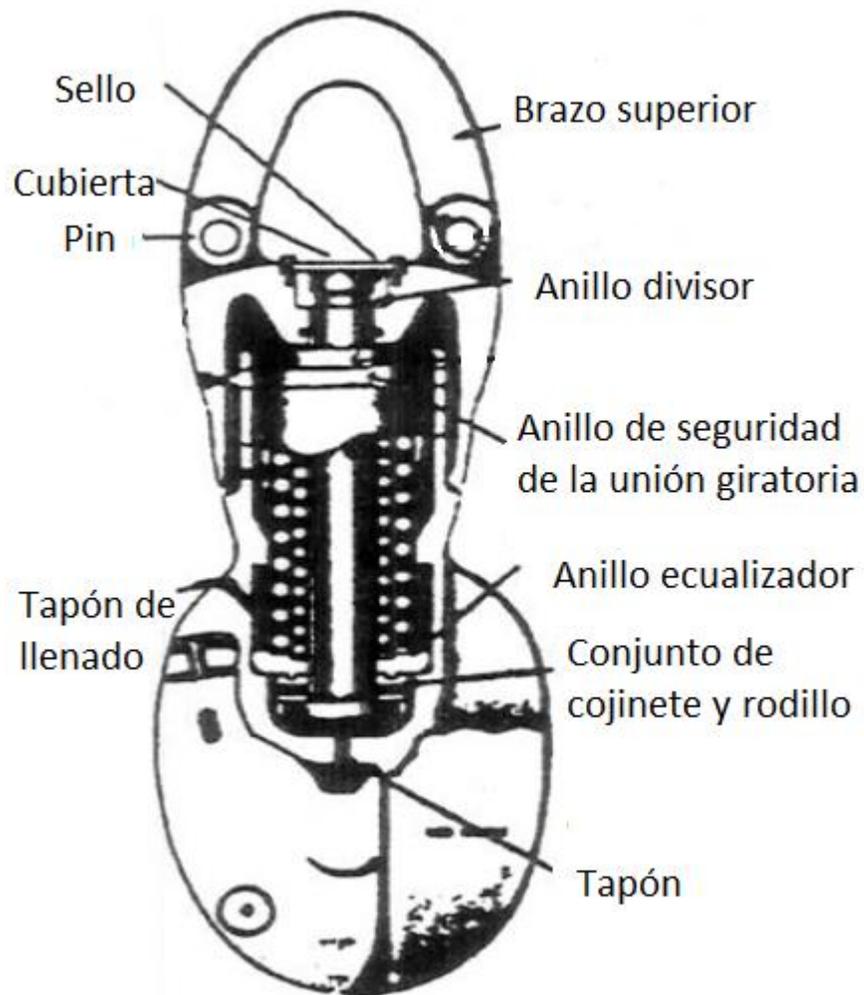
De todas las partes de un sistema de elevación, el gancho es el más vital. No sólo debe soportar el peso de cadenas de tubería y someterse a un desgaste continuo, sino que debe absorber los choques y las fuertes vibraciones de las sargas de revestimiento también.

Los ganchos Hydra utilizan varios galones de aceite de sellado para amortiguar el gancho y lubricar las piezas internas. Este exclusivo sistema de control de amortiguación de aceite disminuye la acción del resorte para evitar daños en las uniones de herramientas como rebotando las roscas de los pernos de la caja. El depósito hidráulico actúa como un baño para toda la lubricación continua de los rodamientos de rodillos, resortes y vástago.

---

15 Cooper Industries , "Technical Manual Web Wilson Hydra Hooks", June 1989,U.S.A

16 Ecopetrol. Op. Cit., p. 5.



**ILUSTRACIÓN 25: Partes del Gancho**  
**Fuente: Web Wilson Hydra Hooks**

El equipo de gran capacidad en forma de "J" utilizado para colgar otros equipos, en especial la unión giratoria y el vástago de perforación, los brazos del elevador o las unidades de mando superior. El gancho se fija a la parte inferior del bloque viajero (aparejo móvil) y permite levantar cargas pesadas con el bloque viajero. El gancho se encuentra trabado (el estado normal) o bien rotando libremente, de modo que puede acoplarse o desacoplarse con los elementos posicionados en el piso de perforación, sin limitarse a una sola dirección.

El gancho gira sobre sus rodamientos en su caja de soporte y puede fijarse hasta en doce posiciones distintas. Un resorte dentro del gancho amortigua el peso de la tubería de perforación para que las roscas de las uniones de tubería no se dañen al enroscar o desenroscarlas. El gancho tiene un cerrojo de seguridad para la

unión giratoria, y tiene orejas a ambos lados para agarrar los eslabones del elevador.

### **La combinación gancho bloque**

La incorporación del gancho y bloque viajero resultó en una unidad que ocupaba menos espacio de lo que tomaban los dos individualmente. Durante algún tiempo se consideró el gancho – bloque inferior en fuerza a la potencia combinada de las dos piezas separadas; sin embargo, hoy en día se pueden conseguir ganchos – bloques con capacidad de carga hasta de 350 toneladas, en los modelos más grandes.

La gran ventaja que ofrece el conjunto gancho – bloque es su compactabilidad, comparado con un gancho y un bloque de igual capacidad de carga. Una desventaja es que, si el gancho se descompone, hay que enviar el ensamble completo al taller de reparaciones. En cambio, con el sistema de gancho y bloque separados, el bloque no tendría que desenhebrarse y se podría sustituir temporalmente el gancho descompuesto, sin mayor interrupción de las operaciones de trabajo.

**Tabla 3. Dimensiones de ganchos**

<b>CAPACIDAD(TON)</b>	<b>PROFUNDIDAD(FEET)</b>	<b>DIAMETRO DE DP(INCH)</b>
<b>65</b>	<b>2750- 4500</b>	<b>3 ½”</b>
<b>100</b>	<b>4500-7000</b>	<b>3 ½”</b>
<b>150</b>	<b>5500-8000</b>	<b>4 ½”</b>
<b>250</b>	<b>8000-13000</b>	<b>4 ½”</b>
<b>350</b>	<b>13500-19000</b>	<b>4 ½”</b>

**Fuente: Web Wilson Hydra Hook**

#### **1.2.5.1.6 GANCHO DE VARILLAS<sup>17</sup>**

Los ganchos de varilla de OCM de Weatherford tienen un rango de carga de 20 a 35 ton. El mecanismo de bloqueo opera con un agarre de una mano en el centro de equilibrio del gancho. Esta capacidad permite que el operador sujete el gancho, abra la traba y conecte y desconecte el brazo del elevador de varilla del gancho en un movimiento suave y continuo. Ambos modelos cuentan con una protección en

<sup>17</sup> Weatherford, “Oil Country Manufacturing” p. 20.

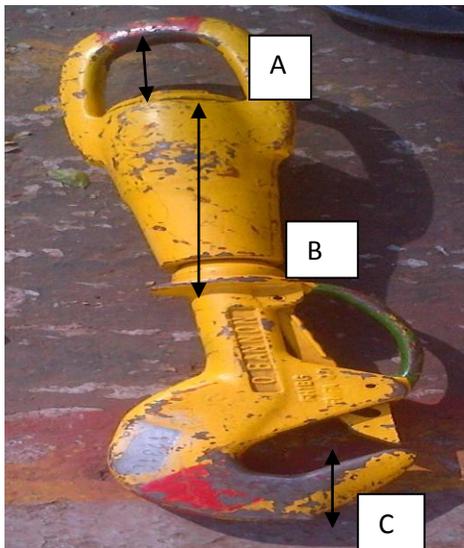
el gancho de varilla que resguarda la mano del operador. El gancho de varilla de OIL COUNTRY viene de referencia RH-20 y RH-35, el gancho de varilla RH-35 utiliza un soporte de resorte para facilitar el armado, la conexión y la desconexión de las roscas de la varilla de bombeo.

Gancho de varilla modelo RH-20

Gancho de varilla modelo RH-25



**ILUSTRACIÓN 26: Ganchos de varilla**  
Fuente: Oil Country Manufacturing



- A: Diámetro del U del gancho
- B: Dimensiones de resortes
- C: Diámetro del gancho

**ILUSTRACIÓN 27: Partes del gancho de varilla**  
Fuente: Varisur S.A.S 2013

### 1.2.5.1.7 BRAZOS Y ELEVADORES<sup>18</sup>

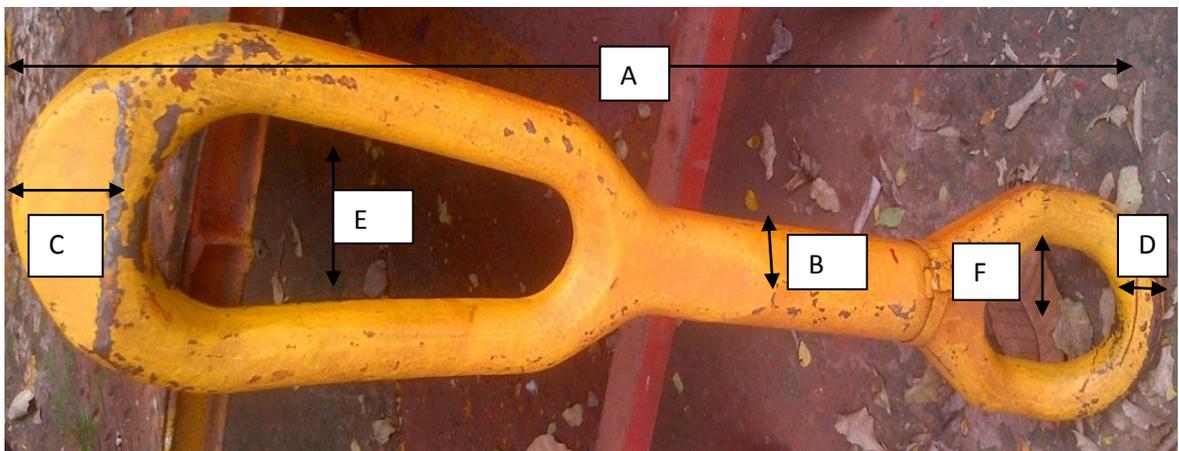
Brazos sin soldadura se forjan a partir de una sola pieza de aleación de acero de alta calidad para proporcionar una resistencia máxima a la tracción. Más peso y "mayor diámetro" en áreas críticas hacen que estos brazos Varco BJ sean extra fuerte. Un diseño pequeño del ojo superior significa un mejor equilibrio y un manejo más fácil del elevador, mientras se reduce el desgaste de la sección del ojo contra el cuerpo o al tiempo que reduce el desgaste de la parte del ojo contra el cuerpo o arco giratorio.

**Tabla 4. Especificaciones de brazos**

#### SPECIFICATIONS – TOOLPUSHER LINKS

Part No.*	Size-in.	Size-mm	Rated Capacity/Set Tons	Weight/Set	
				lb	kg
37355-1036	1-3/4 x 36	44.45 x 914.4	150	125	56.7
37355-1048	1-3/4 x 48	44.45 x 1219.2	150	160	72.6
37355-1060	1-3/4 x 60	44.45 x 1524.0	150	190	86.2
37355-1072	1-3/4 x 72	44.45 x 1828.8	150	230	104.3
37355-1084	1-3/4 x 84	44.45 x 2133.6	150	270	122.5
37355-1096	1-3/4 x 96	44.45 x 2438.4	150	310	140.6
37355-1120	1-3/4 x 120	44.45 x 3048.0	150	390	177.3

Fuente: Cavins BJ, Oil Well Tools



**ILUSTRACIÓN 28: Partes de los brazos**

Fuente: Varisur S.A.S. 2013

<sup>18</sup> Cavins Oil Well Tools, "Elevator links and Hooks", USA,2012 .p 19.

- A: Longitud del Brazo**
- B: Diámetro del Brazo**
- C: Capacidad del Ojo Mayor**
- D: Capacidad del Ojo Menor**
- E: Altura del Ojo Mayor**
- F: Altura Interna del Ojo Menor**

#### **1.2.5.1.8 ELEVADORES<sup>19</sup>**

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.

#### **1.2.5.1.9 ELEVADORES DE TUBERIA<sup>20</sup>**

Elevadores Varco BJ de la serie "Y" son de tipo cuña para el manejo de tubos y pequeños revestimientos. Existen 7 tipos que van de 20 a 200 toneladas de capacidad y cubren tamaños de tubería de 1.050 "a 7 5/8" de diámetro exterior. Cuentan con un diseño de cuatro cuñas que dan un contacto óptimo con la tubería para evitar la formación de cuellos botella y daños del calibre.



**ILUSTRACIÓN 29: Elevador Varco BJ serie Y**  
**Fuente: Varco BJ**

<sup>19</sup> Ecopetrol. Op. Cit., p. 6

<sup>20</sup> National Oilwell Varco , "Varco BJ Manual Elevators", Capítulo 4.2, Diciembre 2005

Elevadores Varco BJ de la serie "A" son de tipo collar de cierre central para el manejo de collares de perforación, tuberías y revestimiento. Existen 7 tipos, que van desde 35 a 150 toneladas de capacidad, cubren tamaños de tubería de 1.050 "a 11 1/4".



**ILUSTRACIÓN 30: Elevador Varco BJ serie A**  
**Fuente: Varco BJ**

#### **1.2.5.1.10 ELEVADORES DE VARILLA<sup>21</sup>**

Los elevadores de varillas de bombeo OCM han sido cuidadosamente diseñados y fabricados para proporcionar la máxima protección de la sarta de varillas, facilidad de manipulación y operación, y resistencia al desgaste. El cuerpo de una pieza es de acero de aleación, tratado térmicamente para ofrecer mayor resistencia y tolerancia al desgaste; el brazo forjado está endurecido en el codo para impedir el doblado cuando es sometido a cargas máximas. Dos pares de trabas sensibles a la presión se cierran automáticamente contra la varilla, bloqueándola en el lugar de manera segura. La varilla puede liberarse de modo rápido y fácil, solo con la presión del pulgar y del dedo índice, en la parte frontal o trasera del cuerpo. Los elevadores de varillas están calificados para 25 y 20 ton según lo especificado.

---

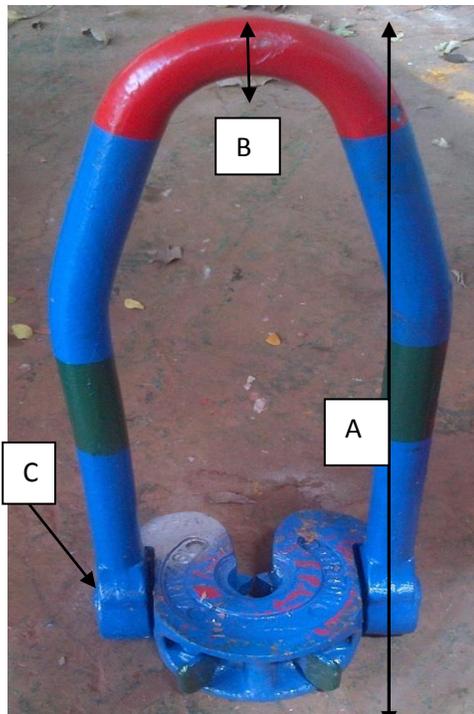
<sup>21</sup> Weatherford. Op. cit. p. 21

Elevador de varilla para trabajos pesados modelo RES-1

Elevador de Varilla para trabajos pesados modelo REP-1



**ILUSTRACIÓN 31: Elevadores de Varilla**  
Fuente: Oil Country Manufacturing



**A: Altura del Elevador**

**B: Diámetro del Elevador**

**C: Diámetro del pasador**

**ILUSTRACIÓN 32: Partes del Elevador de varilla**  
Fuente: Oil Country Manufacturing

**Tabla 5. Especificaciones de los elevadores**

Modelos	Cuerpo RES-1(macizo)	Cuerpo REP-1(tipo placa)	Cuerpo REF-L(tipo placa) para varilla de fibra	Cuerpo REP-L(tipo placa) para Varilla Grande de Acero
Capacidad(Lb,Kg)	50000 22680		40000 14929	
Peso(Libras/Kg)	32 14.5	31 14.1		
Rango de Tamaño				
½ a 5/8 pulg (13 a 16 mm)	-	27728-100		
5/8 a ¾ (16 a 19 mm)	27725-100	27728-100		
¾ a 7/8 pulg (19 a 22 mm)	27726-100	27730-100		
1 pulg (25 mm)	27727-100	27731-100	27788-100	
1 1/8pulg (29 mm)	27750-100	27732-100		
1 ¼ pulg (32mm)			27737-100	27739-100
1 3/8 pulg (35 mm)				27798-100
1 ½ pulg(38 mm)				27799-100

**Fuente: Oil Country Manufacturing**

### 1.2.5.2 SISTEMA DE POTENCIA<sup>22</sup>

El sistema de generación y transmisión de potencia es el que genera la potencia necesaria a un taladro para que todos los componentes y subcomponentes del taladro estén en operación.

Está constituido por motores de combustión interna, siendo la fuente primaria de potencia. Estos motores son en su gran mayoría de tipo Diesel por el fácil acceso al combustible, este depende del tamaño y capacidad de la torre, así mismo se debe escoger el caballaje del motor a usar.



**ILUSTRACIÓN 33: motor diesel**  
**Fuente: Detroit diesel**

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

#### **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.

---

<sup>22</sup> ZUÑIGA CÁCERES, José Luis; JARAMILLO ZUMBANA, Byron Gregorio. Estandarización de las inspecciones técnicas y de seguridad industrial de los equipos de reacondicionamiento de pozos que operan en el Ecuador. Trabajo de Grado Ingeniero de petróleos, Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. 2013. p 19-20

## Transmisión de potencia eléctrica

Este sistema está compuesto por generadores eléctricos accionados por motores diesel. 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.

### 1.2.5.3 SISTEMA DE CIRCULACIÓN<sup>23, 24</sup>

Este sistema está compuesto por una serie de equipos y accesorios que permiten el movimiento continuo del lodo usado.

En workover se usan fluidos de completamiento de pozos los cuales son más livianos y son preparados con salmueras y petróleo.

Estos fluidos tienen la función de controlar el pozo, impidiendo el flujo descontrolado de la presión de formación a superficie, es por esto que se crea una presión hidrostática mayor a la presión de formación. Estos lodos se preparan con aguas saladas con desémulsificantes teniendo en cuenta que no sea demasiado pesado para que no invada la formación productora.

Los fluidos de completamiento también sirven para tener los ripios como residuos de cementos en superficie, de igual manera sirven para enfriar y lubricar la sarta que se utiliza en las diversas operaciones.

Estos fluidos para ser preparados en óptimas condiciones deben tener:

- Tanques de agua,
- Deposito para aditivos secos a granel, sirven para almacenar sal y cemento.
- Equipos mezcladores. Se utilizan tolvas mezcladoras para agregar los aditivos al fluido, un barril para añadir los productos químicos.
- Tanques de succión. Son recipientes rectangulares que se usan para almacenar y controlar fluidos de completamiento en superficie.

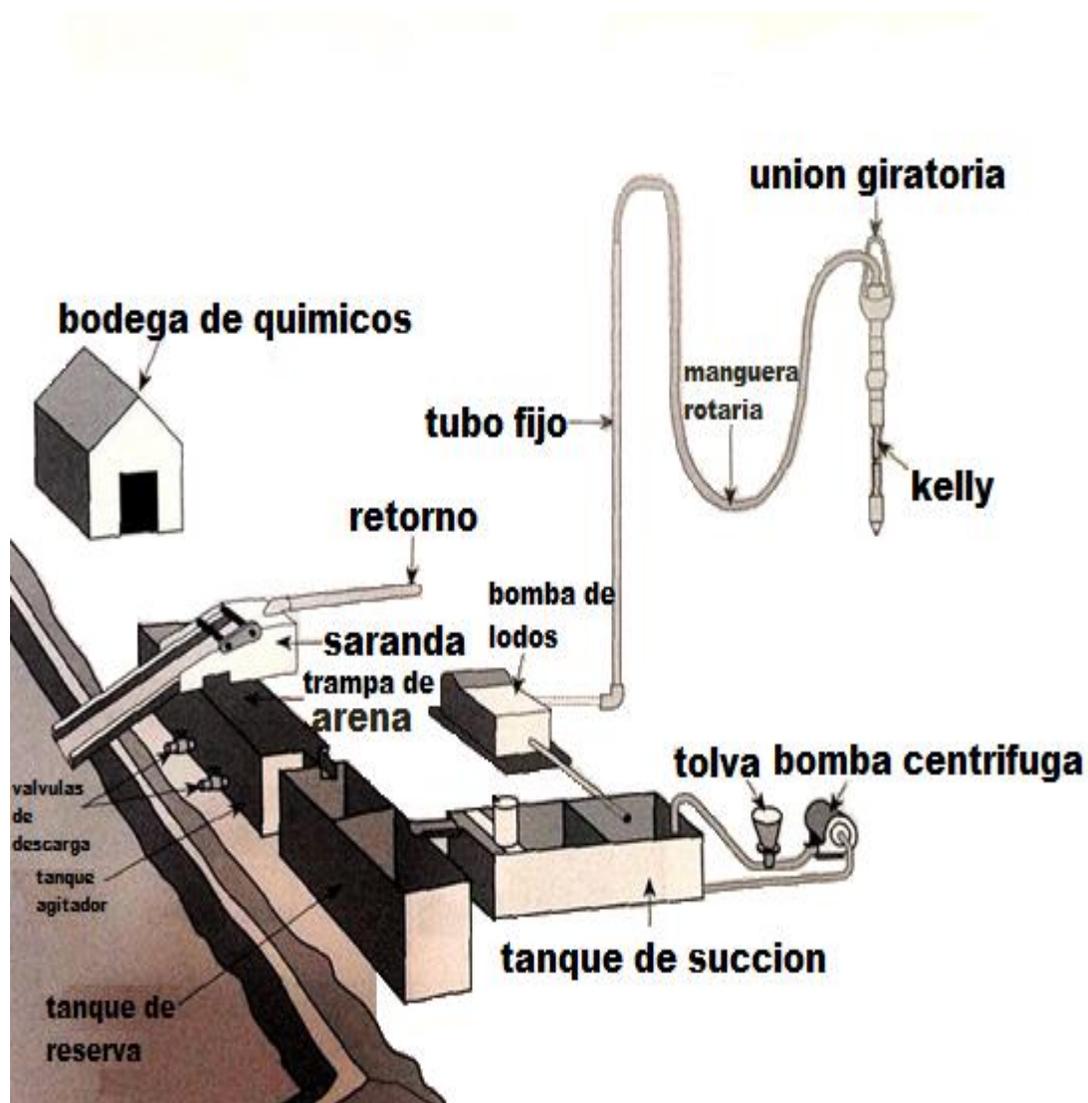
El sistema de circulación está compuesto por las bombas de lodo, que toman el lodo de los tanques y lo envían por una línea de descarga hasta un tubo paralelo al taladro llamado stand pipe. Del stand pipe el lodo sube al cuello de ganso y de ahí pasa por la swivel y sigue su recorrido dentro de

---

<sup>23</sup> Ibid, p. 18-19.

<sup>24</sup> Kate Van Dyke. Op. cit. P 13

la tubería hasta salir por la broca subiendo por el anular, luego sale por la línea de descarga a los equipos de control de sólidos, ahí se encuentra un tanque de asentamiento, después de haber pasado el fluido por el pozo, debidamente se procede a la zaranda o mesa vibratoria que hace cernir los cortes de la formación o ripios grandes que se han dejado como desperdicios de cemento y empacaduras de los fluidos de completamiento, finalmente llegan a los tanques de almacenamiento.



**ILUSTRACIÓN 34: Sistema de Circulación**  
Fuente: A primer of Oilwell service, workover, and completion

#### **1.2.5.4 SISTEMA DE ROTACIÓN<sup>25, 26</sup>**

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.

Está localizada en el área central del sistema de perforación y es parte fundamental del taladro.

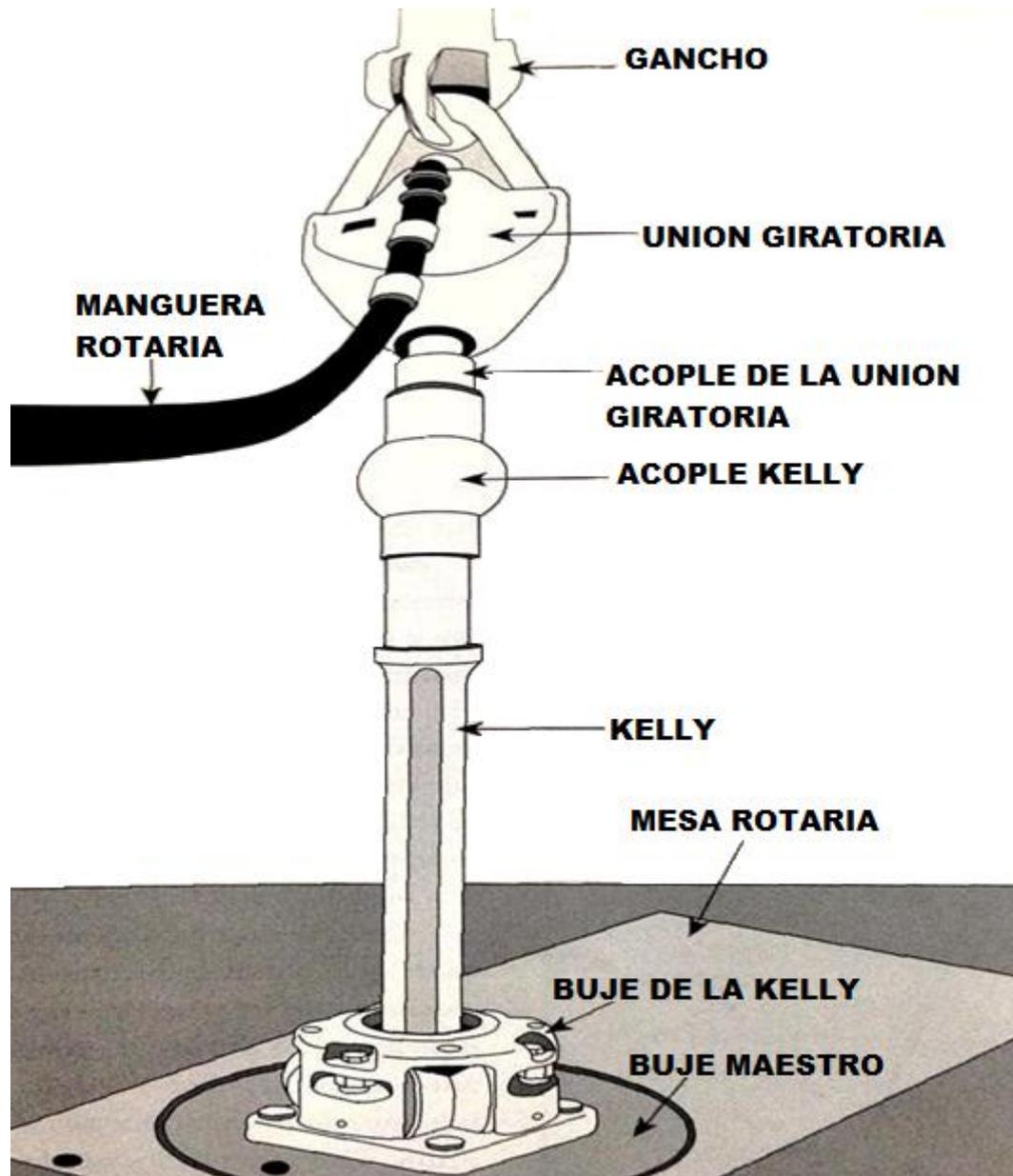
Este sistema está compuesto por

- Sarta de perforación
- Broca
- Portabrocas
- Tubería de perforación
- Unión giratoria "Swivel"
- Cuadrante o "Kelly"
- Manguera rotaria
- Mesa rotaria
- Buje del cuadrante "Kelly Bushing"
- Llaves hidráulicas
- Llaves de potencia

---

<sup>25</sup> Ibid., p. 10-11

<sup>26</sup> Rondón, Gabriela J. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de un taladro de perforación. Trabajo de Grado Ingeniero de petróleos, Caracas, Universidad Central de Venezuela.2013. p. 15-17



**ILUSTRACION 35: sistema de rotación convencional**  
**Fuente: A primer of Oilwell service, workover, and completion**

#### 1.2.5.4.1 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, portabrocas y herramientas de subsuelo.

#### **1.2.5.4.2 Broca**

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

#### **1.2.5.4.3 Portabrocas**

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

#### **1.2.5.4.4 Tubería de perforación**

Está compuesta por tubulares de acero con juntas de acoplamiento fijas. Están localizadas a lo largo de la sarta y se usa para alargar a medida que se va profundizando el pozo.

#### **1.2.5.4.5 Unión Giratoria “Swivel”**

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



**ILUSTRACIÓN 36: Swivel**

**Fuente: American Blocks**

#### **1.2.5.4.6 Cuadrante o “Kelly”**

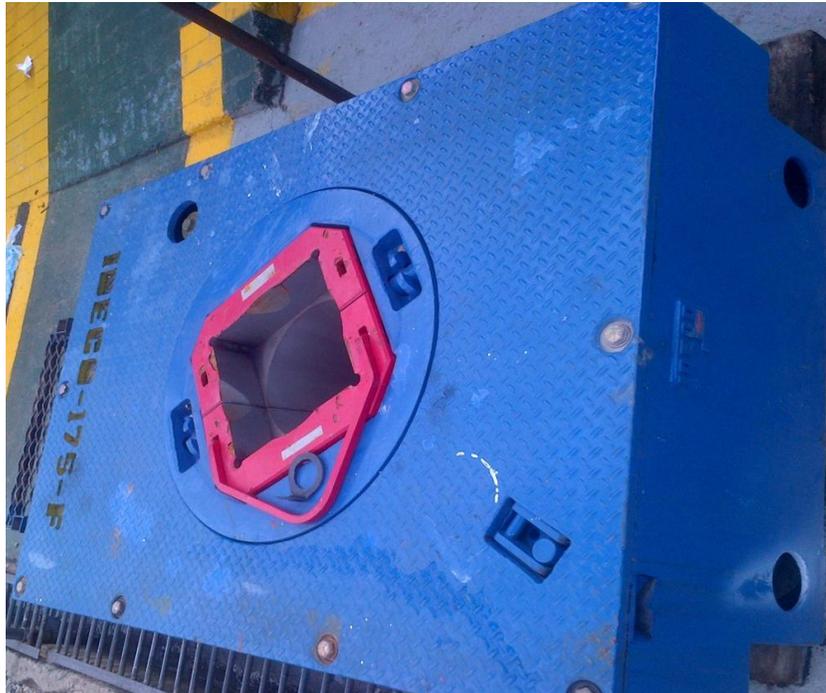
Es la primera sección de tubería bajo la unión rotaria, permite la transmisión de torsión de la mesa rotaria a la tubería de perforación.

#### **1.2.5.4.7 Manguera Rotaria**

Es la encargada de llevar el fluido al cuello de gancho.

#### **1.2.5.4.8 Mesa Rotaria**

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



**ILUSTRACIÓN 37: Mesa rotaria**

**Fuente: Varisur S.A.S 2013**

#### **1.2.5.4.9 Buje del cuadrante**

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

#### **1.2.5.4.10 Llaves Hidráulicas y Manuales**

Se encuentran suspendidas en la torre, y cumplen la función de enroscar y desenroscar una conexión en la tubería.



**ILUSTRACIÓN 38: llave hidráulica de tubería**

**Fuente: Varisur S.A.S 2013**



**ILUSTRACIÓN 39: llave manual de tubería**

**Fuente: Varisur S.A.S 2013**

### 1.2.5.5 SISTEMA DE CONTROL DE POZO<sup>27</sup>

Este sistema tiene como objetivo principal controlar los golpes de ariete, estos son aquellos aumentos de presión que pueden resultar en reventones.

Las funciones de este sistema son:

- Cerrar y dejar el pozo en forma segura
- Controlar el flujo de fluidos.
- Permitir bombear fluidos dentro del pozo
- Permitir el movimiento de la tubería

El sistema de control de pozos está compuesto por:

- Preventoras de ariete
- Preventoras anulares
- Acumuladores
- Múltiple estrangulador
- Línea de matar el pozo

#### 1.2.5.5.1 Preventoras de ariete

Cierran únicamente sobre tuberías de diámetros específicos, o sobre el hueco.

Hay tres tipos de preventoras de ariete, estas son:

**1.2.5.5.1.1 Ariete de tubería:** forma un sello alrededor de aquellas tuberías cuyos diámetros corresponden al tamaño del ariete.

**1.2.5.5.1.2 Ariete ciego:** cierra solamente sobre el hueco perforado.

**1.2.5.5.1.3 Ariete cortante:** Corta las tuberías y cierra sobre el hueco abierto.

#### 1.2.5.5.2 Preventoras anulares

Esta localizado en la parte superior del juego de preventoras. Tiene un obturador como empaque, que es fabricado de caucho y acero, el cual forma un sello alrededor de la tubería.

---

<sup>27</sup> Ibid., p. 20-23



**ILUSTRACIÓN 40: Preventoras de ariete, ciego y anular**

**Fuente: Varisur S.A.S 2013**

#### **1.2.5.5.3 Acumuladores**

Es un equipo que por medio de un aceite soluble no corrosivo abre y cierra las preventoras, suministra la presión necesaria para activar las preventoras y dejar presión de reserva por si alguna eventualidad sucede.



**ILUSTRACIÓN 41: Acumulador**

**Fuente: Varisur S.A.S 2013**

#### **1.2.5.5.4 Múltiple estrangulador**

Tiene como objetivo controlar y mantener la contrapresión durante el golpe de ariete y enviar los fluidos de formación a los tanques de reserva, al separador de gas, o a la zona de reacondicionamiento de lodos.

#### **1.2.5.5.5 Línea de matar el pozo**

Son dos válvulas manuales y una válvula de cheque que hacen que controlen las presiones de las formaciones con un flujo en dirección al pozo.

### **1.2.6 CARACTERISTICAS DE UN EQUIPO DE WORKOVER**

Los trabajos realizados en reacondicionamiento de pozos requieren de equipos especializados que son operados por cuadrillas, estos equipos son unidades portátiles más pequeñas y de menor capacidad que los taladros convencionales.

Estos equipos contienen herramientas para izar, suspender y bajar tuberías, rotar una sarta de perforación, circular salmuera para la limpieza del pozo, además cuenta con un sistema de prevención para los reventones de pozo.

También se hace varilleo, que son varillas utilizadas en el sistema de levantamiento artificial por bombeo mecánico o cavidades progresivas, las cuales conectan la bomba mecánica de subsuelo con la superficie.

Todo equipo de Workover cuenta con herramientas adicionales, tales como: elevadores de varilla, elevadores de tubería, cuñas, elevadores de transferencia, llaves hidráulicas para tubería de producción y varillas, llaves manuales, entre otras.

A continuación se darán algunas especificaciones generales de algunos de los equipos sometidos al proceso de inspección de este proyecto, las cuales cuentan con variables como: profundidades, capacidad de peso, altura de la torre, capacidad de los frenos, capacidad de la torre, potencia del malacate.

**Tabla 6. Especificaciones generales de equipos de Varisur S.A.S.**

	V-4	V-12	V- 17
Altura de la torre (ft)	96	104	106
Potencia del Motor (hp)	350	550	675
Transmisión	Modelo 4700	Modelo 5610	Modelo 5610
Potencia del malacate(lbs)	180000	280000	320000
Rpm max	2100	2200	2200
Capacidad del freno (lbs)	280000	350000	400000

**Fuente: Varisur S.A.S**

## **2. NORMAS API RECOMENDADAS PARA LA INSPECCION DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER**

En este capítulo se plasman las normas por las cuales el área de inspección se basa para hacer su labor, ya que estas normas son estandarizadas a nivel internacional y el buen uso de ellas hace que exista un excelente procedimiento al inspeccionar un equipo, de esta manera se puede garantizar al cliente confiabilidad para adquirir los servicios que se prestan, para evitar pérdidas en la producción cuando los equipos estén operando.

### **2.1 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 y acorde con las instrucciones. Todo el personal debe tener un entrenamiento de izaje, desmontaje y uso de la estructura.

En la selección apropiada de la estructura de reacondicionamiento de pozos, se tiene en cuenta si la profundidad es adecuada para la carga impuesta; el diseño de carga para los requerimientos de la base deben ser la suma del peso de la estructura, el peso de la maquinaria y equipos en la máxima carga del gancho, fuerza debida a la carga externa del cable.

Cargas debido a impactos, aceleración y deceleración pueden ser indicadas por fluctuaciones del peso y el operador debe mantener las lecturas del indicador de la capacidad de carga del gancho dentro de las lecturas descritas en la misma.

Cada parte de la estructura atornillada es designada para llevar y compartir la carga; por lo tanto, partes omitidas o en lugares impropios pueden contribuir a que la estructura falle. En el izaje de la estructura, los tornillos deben ser atornillados solo ligeramente con la mano hasta que el izaje se complete, después todos los tornillos deben ser ajustados completamente. Este procedimiento permite la correcta alineación de la estructura que será el resultado de una carga distribuida.

#### **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.

- Inspeccione todas las soldaduras, sobre todo en el mecanismo de elevación, en busca de grietas.
- Inspeccionar mecanismo de elevación por algún otro signo de deformidad.
- 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
- El cable, incluyendo las líneas de operación, líneas de estabilización, se deben examinar para encontrar torceduras, alambres rotos u otros daños. Asegurar de que los cables no estén sucios y que las otras líneas estén en las ranuras de las poleas antes y durante cada operación de elevación o descenso.
- Comprobar mecanismos de transferencia de carga, guías y estabilizadores en mástiles telescópicos para el funcionamiento libre y buenas condiciones antes de subir o bajar la torre. Mantener mecanismos y guías limpias y bien lubricadas. Asegurar que los estabilizadores se muevan en posiciones apropiadas cuando la sección superior está telescópicamente hacia arriba.
- Revisar el nivel de la unidad y comprobar cimientos y soportes para la colocación correcta antes del proceso de armado. Nivelar la unidad de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- 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.
- Verificar que las escaleras plegables estén en la posición correcta antes del acceso por parte del personal y para un funcionamiento libre antes de empezar la operación.
- Durante la perforación o la operación de servicio, hacer revisiones periódicas de todas las uniones atornilladas para asegurarse de que estén apretadas.
- Los mecanismos de transferencia de carga se deben revisar con frecuencia, la adecuada posición del bloque, preferiblemente en cada viaje durante las operaciones. Siempre que sea posible, el mecanismo de transferencia de carga debe tener un cierre positivo para evitar el desenganche. Para desarrollar su capacidad de carga nominal, el eje de la estructura debe estar en alineación a lo largo de su longitud.

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.

Todas las soldaduras se examinarán visualmente al 100%.

Todas las soldaduras en áreas críticas deben ser inspeccionadas con medios electromecánicos tales como: partículas magnéticas (MP), líquidos penetrantes (PT) o pruebas de ultrasonido (UT). La soldadura de las estructuras galvanizadas puede requerir diferentes técnicas de inspección e intervalos. Las grietas pueden identificarse a través de la inspección visual en la torre.

## **2.2 API SPEC 04F: ESTRUCTURAS DE PERFORACION Y DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS**

### **Alcance**

Esta norma establece requerimientos y da recomendaciones para estructuras de acero adecuadas para la perforación y operaciones de servicio al pozo, proporciona un método uniforme de calificación de las estructuras y proporciona dos PSL (niveles de especificación del producto).

Esta especificación se aplica a todos los nuevos diseños de las torres de perforación de acero, postes, mástiles atirantados, subestructuras y bloques de la corona.

### **Niveles de especificación del producto**

Esta norma establece los requisitos para dos PSL para perforación y servicio de pozo, estructuras que definen dos niveles de requisitos técnicos y de calidad. Estos requisitos reflejan las prácticas actualmente llevadas a cabo por la industria manufacturera. El PSL 1 proporciona un nivel estándar de calidad para estructuras. PSL 2 tiene PSL1 más requisitos obligatorios como: composición química, dureza y resistencia.

### **Marcado e información**

Placa del fabricante

Las estructuras fabricadas para perforación y servicios a pozo deben ser identificadas por una placa que lleva la siguiente información de especificaciones, incluyendo las unidades de medida. La placa de identificación deberá estar firmemente fijada a la estructura en un lugar visible.

### **Información de la placa del fabricante de la Torre**

La siguiente información se proporcionará:

- el nombre del fabricante;
- la dirección del fabricante;
- la fecha de fabricación, incluyendo el mes y el año;
- número de serie;
- la altura, m (pies);
- carga nominal máxima del gancho estático con cuerdas tensoras, en su caso, para el número indicado de líneas para viajar bloque, KN (Toneladas cortas);

- Diseño máximo nominal de velocidad del viento, en la cota de referencia de 10 m (33 pies) sobre el nivel medio del mar o suelo, en nudos, por ráfagas de duración de 3 segundos con cuerdas tensoras, en su caso, con la capacidad nominal de la tubería ,m / s (nudos);
- Diseño máximo nominal de velocidad del viento(Vdes), en la cota de referencia de 10 m (33 pies) sobre el nivel medio del mar o suelo, en nudos, por ráfagas de duración de 3 segundos con cuerdas tensoras, en su caso, sin tubería, m / s (nudos);
- la elevación de la base de la torre o mástil sobre el nivel medio del mar o de tierra utilizada en el diseño de carga del viento, m (pies);
- precauciones del fabricante, en su caso;

### Nivel de seguridad estructural (SSL)

Las estructuras de perforación están calificadas de acuerdo a su SSL. La selección de la esperada o inesperada SSL (SSL E2/U1 por ejemplo) es, de común acuerdo, entre el fabricante y el comprador para cada lugar específico. Para un SSL dado y la ubicación, las condiciones ambientales del proyecto se pueden desarrollar a partir de las directrices que siguen.

El nivel SSL refleja diversos grados de consecuencias, teniendo en cuenta la seguridad de la vida y otras cuestiones tales como la contaminación, la pérdida económica, y el interés público. También refleja la expectativa (esperada o inesperada) de sucesos ambientales. Estas listas de estado se muestran en la siguiente matriz. Cada estructura tendrá dos SSLs, el primero para el evento ambiental esperado, el segundo para el caso del medio ambiente inesperado (por ejemplo SSL E2/U1).

**Tabla 7 .Niveles de seguridad estructural SSL**

Seguridad para la vida	Otras preocupaciones (polución, perdidas económicas.etc)		
	Alto	Medio	Bajo
Alto	E1 o U1	E1 o U1	E1 r U1
Medio	E1 o U1	E2 o U2	E2 o U2
Bajo	E1 o U1	E2 o U2	E3 o U3

- Seguridad Estructural Nivel E1 o U1-Estructuras con altas consecuencias de falla.

- Seguridad Estructural Nivel E2 o U2-Estructuras con medias consecuencias de falla.
- Seguridad estructural Nivel E3 o U3-Estructuras con bajas consecuencias de falla.

El prefijo E se refiere a un evento ambiental esperado, como un gran huracán o tormenta, donde la preparación se puede hacer antes del evento. El prefijo U se refiere a un evento inesperado del medio ambiente, tal como una tormenta repentina o un terremoto, Que no permite la preparación suficiente.

### **2.3 API RP 8B; PRÁCTICA RECOMENDADA DE PROCEDIMIENTOS PARA INSPECCIONES, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y REMANUFACTURACIÓN DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO.**

#### **Alcance**

Esta Norma Internacional proporciona directrices y establece los requisitos para la inspección, mantenimiento, reparación y refabricación de componentes del sistema de levantamiento utilizado en las operaciones de perforación y producción, a fin de mantener la capacidad de funcionamiento de este equipo.

Esta práctica recomendada cubre los siguientes equipos de levantamiento de sargas de perforación y Producción.

- Bloque corona, poleas y rodamientos
- Bloque viajero y gancho
- Bloque para enganchar adaptadores
- Conectores y adaptadores
- Ganchos de perforación
- Ganchos de tubería de producción y sarga de varillas
- Unión o enlace del elevador
- Elevadores de tubing, casing, tubo de perforacion y collar de perforacion
- Elevadores de la sarga de varillas
- Adaptadores de rescate del Rotary swivel
- Rotary swivel.
- Power swivel.
- Power sub
- Arañas cuando son capaces de ser usadas como elevadores
- Anclas de wireline
- Compensadores de movimiento de la sarga de perforación

- Kelly spinners cuando es capaz de ser utilizado como equipo de levantamiento
- Componente elevador de la running tool cuando es capaz de ser utilizado como equipo de levantamiento.
- Componente elevador de la cabeza del pozo cuando es capaz de ser utilizado como equipo de levantamiento.
- Abrazaderas de seguridad cuando es capaz de ser utilizado como equipo de levantamiento.

## **2.4 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..

### **Cuidado y uso del cable en campo**

#### **El manejo del carrete**

##### **Uso de la unión o el levantamiento de la cadena**

Al manipular el cable en un carrete con una unión o levantando con cadena, los bloques de madera siempre se deben utilizar entre el cable y la cadena para evitar daños en el cable o la distorsión de las hebras en la cuerda.

##### **Uso de Barras**

Barras para mover el carrete deberían ser usadas contra la brida del carrete, y no contra el cable.

##### **Los objetos afilados**

El carrete no debe moverse ni dejarse caer en cualquier objeto duro o afilado ya que se puede dañar.

##### **Caída**

El carrete no se debe dejar caer, esto puede causar daños en el 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.

## **Elevación del carrete**

El método preferido para la elevación de un carrete con eslingas es utilizar una barra de separación que sea de longitud suficiente para mantener las eslingas en contacto con el carrete. Esto evitará que las bridas del carrete se doblen, se tuerzan, se rompan o se dañen por las eslingas

### **3. REQUERIMIENTOS PARA INSPECCIONES, MANTENIMIENTO, Y REMANUFACTURACIÓN DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO.**

En este capítulo se especifican los requerimientos para inspecciones y mantenimiento que se le deben tener en cuenta al momento de realizar el procedimiento al sistema de levantamiento, con el fin de tener unos equipos en óptima operación y también realizar un análisis de criticidad a las partes del equipo para de esta manera evitarle pérdidas de dinero a la empresa en cuanto a mantenimiento, porque así se puede seguir el procedimiento directamente a los puntos críticos que lo requieran.

Inspección y mantenimiento están estrechamente vinculados, pueden tener origen en uno de los siguientes criterios:

- Intervalos de tiempo específico
- Límites de desgaste medibles.
- Acumulación ciclo de carga.
- Equipos inactivos
- Medio ambiente
- Experiencia( historia)
- Requisitos regulares

Los intervalos de tiempo específico son periodos propuestos por el fabricante en los cuales se deben realizar tareas de mantenimiento preventivo e inspección. Los límites de desgaste medible se refieren a la tolerancia ocasionada a causa del deterioro de las piezas y estas especificaciones están estipuladas en diferentes tablas, son proporcionadas por los fabricantes y cumplen con normas internacionales.

El procedimiento de inspección y mantenimiento preventivo varía dependiendo la inactividad del equipo, teniendo en cuenta también la experiencia que tiene el equipo en operación, puesto que las fallas repetitivas conllevan a hacerle un análisis crítico a dicha parte.

#### **3.1 CALIFICACIÓN DEL PERSONAL**

El Inspector deberá tener en cuenta el tipo de equipo para su evaluación y los métodos de ensayos no destructivos para aplicar

Los clientes y los prestadores de servicio deberán verificar que el inspector NDT (pruebas no destructivas) cumpla la siguiente información:

- Planos de montaje y dibujos que identifican zonas críticas
- Criterios de rechazo

En ausencia de dibujos del área crítica, todas las áreas de los principales componentes de carga se consideran críticos

Estos datos serán utilizados por el inspector para adaptar al procedimiento de inspección

### **3.2 MANTENIMIENTO**

El mantenimiento de los equipos consiste en las actividades tales como, arreglos, limpieza, lubricación y cambio de piezas desgastadas.

La complejidad de estas actividades y los riesgos de seguridad involucrados se tendrán en cuenta asignación de los recursos apropiados, tales como instalaciones, equipos y personal calificado

El fabricante deberá definir las herramientas especiales, materiales, equipos de medición e inspección, y calificación del personal necesario para llevar a cabo el mantenimiento. El fabricante también debe especificar procedimientos que deben llevarse a cabo, ya sea dentro de las instalaciones del fabricante o en otra instalación autorizada.

### **3.3 INSPECCIÓN**

La existencia de fisuras puede indicar un deterioro grave y fracaso inminente. Su detección, identificación y evaluación requieren métodos de inspección exactos.

Se requiere una rápida atención ya sea para inhabilitar inmediatamente el equipo de servicio o para proporcionar un servicio apropiado y / o la reparación.

Se deben seguir las precauciones, al tener en cuenta el aumento de la susceptibilidad a la fractura de muchos aceros al operar a altos esfuerzos y altas temperaturas.

#### **3.3.1 Categorías de Inspección**

##### **3.3.1.1 Categoría I**

Esta categoría incluye la observación del equipo durante el funcionamiento de las indicaciones de rendimiento inadecuado.

Cuando está en operación, el equipo se debe inspeccionar visualmente a diario en busca de fisuras, ajustes o conexiones sueltas, elongación de las piezas, y otras señales de desgaste, corrosión o sobrecarga. Cualquier equipo al que se le

encuentren fisuras, desgaste excesivo, etc., deberá ser retirado de servicio para un examen más detenido.

El equipo deberá ser inspeccionado visualmente por una persona con conocimientos del equipo y su funcionamiento.

### **3.3.1.2 Categoría II**

Esta es la categoría I de inspección más una inspección en busca de corrosión, deformación, los componentes flojos o faltantes, el deterioro, la lubricación adecuada, fisuras exteriores visibles, y el ajuste.

### **3.3.1.3 Categoría III**

Esta es la categoría II de inspección más una nueva inspección que deberá incluir pruebas no destructivas a áreas críticas y algunos desmontajes para acceder a los componentes específicos e identificar al desgaste que supere las tolerancias permitidas por el fabricante.

### **3.3.1.4 Categoría IV**

Se incluye la categoría III de inspección más el desmantelamiento total de la herramienta a inspeccionar para realizar unas pruebas no destructivas a todas sus partes y componentes de carga primaria de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas por el fabricante.

Para realizar esta actividad el equipo se debe desmontar en una instalación debidamente equipada y con el espacio necesario para llevar a cabo la prueba no destructiva total de todas sus partes y componentes críticos y de carga primaria e inspeccionada con el fin de detectar desgaste excesivo, fisuras, defectos y deformaciones.

Antes de realizar las categorías de inspección III y IV, todo el material extraño, como mugre, pintura, grasa, aceite, óxido, etc. deben ser removidos por medio de un método adecuado, los cuales son decapante de pintura, limpieza de vapor, limpieza con chorro de arena.

## **3.4 FRECUENCIA DE INSPECCION**

### **3.4.1 Inspección periódica**

El cliente o propietario del equipo debe desarrollar horarios de inspección basado en la experiencia, las recomendaciones del fabricante, y uno o más de los siguientes factores:

- Medio Ambiente
- Ciclos de carga
- Requisitos reglamentarios
- Tiempo de funcionamiento
- Las pruebas
- Reparaciones
- Remanufactura

Para las frecuencias de inspección, dependiendo de la ubicación geográfica así mismo se establece el tiempo de inspección. A los equipos de workover se les deben realizar diferentes pruebas no destructivas encontrar daños y dar confiabilidad al cliente con una exitosa operación.

Como alternativa, el cliente o propietario puede utilizar las recomendaciones de la tabla 8. La planificación a largo plazo se ajustará con el fin de no interferir innecesariamente con las operaciones en ejecución.

### **3.4.2 Inspección no periódica**

La inspección de apagado completo equivalente a la categoría III o IV (para los equipos en cuestión) se debe hacer antes (si se prevé) y después de trabajos críticos (por ejemplo, correr sartas de revestimiento pesado, liberando tuberías atascadas).

### **3.4.3 Inspección de componentes remanufacturados.**

Antes de aplicar recomendaciones específicas y más estrictas, las soldaduras de los componentes de carga primaria deben ser inspeccionadas de la siguiente manera:

- Inmediatamente después de la molienda (corte abrasivo)
- Después de la soldadura, pero no antes de 24 horas después de que la pieza haya alcanzado la temperatura ambiente
- En servicio, después del periodo de tiempo especificado en los procedimientos del fabricante y/o propietario del equipo, a menos que el fabricante dé otras recomendaciones.

Siguiendo las categorías de inspección dadas en la norma API RP 8B, se presenta una tabla de periodicidad recomendada para inspección del Equipo de Levante.

**Tabla 8. Periodicidad Recomendada para Inspección del Equipo de Levante**

Equipo	Frecuencia					
	Días		Meses	Años		
	1	7	6	1	2	5
Poleas y rodamientos de la corona	I	II	III			IV
Ganchos de perforación( distintos a los ganchos con varillas de bombeo)	I	II	III			IV
Bloques viajeros, gancho del bloque y adaptador bloque-gancho	I	II	III			IV
Conectores y brazo del gancho	I	II	II			IV
Gachos de la tubería y de varilla de bombeo	I	II	III			IV
Brazo del elevador	I	II	III	IV		
Elevadores de revestimiento, elevadores de tubería	II		III	IV		
Elevadores de varilla de bombeo	II		III	IV		
Adaptadores de la unión giratoria-achicador rotativo	I	II	III	IV		
Swivel rotatorio	I	II	III		IV	
Swivel de potencia	I	II	III			IV
Sustitutos de potencia	I	II	III			IV
Arañas, si se pueden usar como elevadores	I	II	III	IV		
Amarre del cable muerto/ anclaje del cable de alambre	I	II	III			IV
Compensadores de movimiento de la sarta	II		III			IV
Giradores de la Kelly, si se pueden usar para izar equipos	I	II	III			IV
Herramientas para correr el riser y el cabezal del pozo si se pueden usar para izar equipo	II		III	IV		
Abrazaderas de seguridad, si se pueden usar para izar equipos	II		IV			
NOTA: Las anteriores frecuencias recomendadas aplican para equipos en uso durante el periodo especificado						

**Fuente: Norma API RB 8B**

### **3.5 CRITERIO DE ACEPTACIÓN**

El criterio de aceptación está establecido basado en experiencias adquiridas en campo y practicas recomendadas por la API. Se aceptaran los equipos cuya calificación sea superior al 70% y no tenga incumplimiento respecto a las causas de suspensión, inmediateamente deberán realizar además las acciones correctivas.

## 4. PROPUESTA DE DIRECTRICES DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER

En este capítulo se diseña un plan de directrices de inspección y mantenimiento preventivo del sistema de levantamiento de equipos de Workover, al cual teniendo en cuenta las normas internacionales y también siguiendo las recomendaciones de los fabricantes se lleva a cabo.

Esto se realiza con el fin de reducir los problemas operacionales y costos de mantenimiento, ya que de esta manera se detecta el estado actual de los equipos y así darle una mayor confiabilidad al cliente siguiendo todos los estándares internacionales que hacen que exista una adecuada inspección.

Las inspecciones serán evaluadas por la lista de chequeo propuesta, teniendo en cuenta las normas internacionales API, que es la única asociación comercial nacional que representa a todos los aspectos de petróleo de Estados Unidos y la industria del gas natural.

### 4.1 PLAN DE INSPECCIÓN

#### 4.1.1 Bloque viajero

En la tabla 9 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 9. Categoría y la frecuencia de inspección del bloque viajero**

Componente	Frecuencia				
	Diaria	Semanal	Semestral	Anual	Cada 2 años
Bloque viajero	I	II	III		IV

El bloque viajero se deberá desarmar cada 720 días de trabajo y realizarle las siguientes inspecciones NDT a sus principales partes

- **INSPECCION DIMENSIONAL:** Para determinar desgastes en: Balineras, ranuras de las poleas, poleas, ejes, y pasadores. Se debe utilizar la norma API SPEC 9 A
- **INSPECCION ULTRASONIDO Y PARTICULAS MAGNÉTICAS:** Se debe utilizar la norma API SPEC 8A para detectar fracturas, desgastes, daños o deformaciones.

## **Criterios de inspección**

En la categoría I y II se debe observar lo siguiente:

- El marcado de la máxima carga de trabajo seguro (SWL)
- La pintura no muestre daños por corrosión
- No hagan falta elementos como pines de seguridad, pernos, tuercas, pasadores.
- No tenga fracturas o excesivos desgastes en elementos como pines, pasadores, carcazas, ejes, área de carga, terminales, seguros.
- Preguntar cómo ha sido el funcionamiento y si se ha tenido algún problema con el sistema.
- Operaciones de rodamientos de cargas y áreas de las poleas
- Existencia de grietas, daño, corrosión, desajuste, pérdida de componentes y desgaste prematuro.

## **Categoría III y IV**

- Medir con las galgas las aberturas de las ranuras de las poleas. Comparar con el perfil dado por el fabricante y verificar que no haya daño o desgaste.
- Medir con el caliper los espesores de los diferentes flancos de las poleas y observar daños o corrugaciones.
- Hacer prueba de bamboleo sobre las poleas y verificar el buen funcionamiento del rodamiento.
- Medir con el caliper los diámetros de los ejes, espesores de los pasadores, y mirar la forma de las uniones entre los ejes y pasadores. Comparar con el perfil dado por el fabricante y verificar que no haya desgaste.
- Hacer pruebas NDT a poleas, ejes, estructura y rodamiento, para revisar fracturas, daños, deformaciones y desgaste.

Si la carcaza o las soldaduras presentan fracturas, daños o deformaciones deberán ser reparadas por personal autorizado por el departamento de mantenimiento bajo los procedimientos indicados por el fabricante.

### **4.1.2 Gancho**

En la tabla 10 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 10.** Categoría y frecuencia de inspección del gancho

Componente	Frecuencia				
	Diaria	Semanal	Semestral	Anual	Cada 2 años
Gancho de bloque	I	II	III		IV

El gancho se deberá desarmar cada 720 días de trabajo y realizarle las siguientes inspecciones NDT a sus principales partes:

**INSPECCION DIMENSIONAL:** Se debe utilizar la norma API SPEC 8A Para determinar desgastes en ojos, pines y sus “orejas” (ears)

- **INSPECCION UT Y MP:** Se debe utilizar la norma API SPEC 8A para detectar fracturas, desgastes, daños o deformaciones.

**Tabla 11. Métodos de inspección a partes del gancho**

Método Inspección	Gancho	Carcaza	Orejas	Pines
Ultrasonido				X
Partículas Magnéticas			X	

#### 4.1.3 Bloque corona

En la tabla 12 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 12.** Categoría y frecuencia de inspección del Bloque corona

Componente	Frecuencia				
	Diaria	Semanal	Semestral	Anual	Cada 2 años
Polea del bloque corona y rodamiento	I	II	III		IV

El bloque de la corona se debe desarmar cada 720 días de trabajo, se le debe realizar inspección dimensional, además pruebas NDT como ultrasonido y partículas magnéticas húmedas a sus partes principales.

- INSPECCION DIMENSIONAL: Para determinar desgastes en: Balineras, ranuras de las poleas, poleas, ejes, y pasadores. Se debe utilizar la norma API SPEC 9 A
- INSPECCION UT Y MP: Se debe utilizar la norma API SPEC 8A para detectar fracturas, desgastes, daños o deformaciones.

**Tabla 13. Métodos de inspección a las partes del Bloque corona**

<b>Método Inspección</b>	<b>Ejes principales poleas</b>	<b>Poleas</b>	<b>Estructura y soldadura</b>	<b>Rodamientos</b>
Ultrasonido	X			
Partículas Magnéticas		X	X	

Si la estructura o las soldaduras presentan fracturas, daños o deformaciones deben ser reparados por personal autorizado por el departamento de mantenimiento, bajo los procedimientos indicados por el fabricante

#### **4.1.4 Malacate**

El malacate cuenta con unos sistemas muy importantes para los cuales se les va a inspeccionar por partes separadas, entre estos se encuentran el sistema de lubricación y sistema de enfriamiento.

#### **Sistema de lubricación**

En el sistema de lubricación se deben inspeccionar ciertos puntos que son de vital importancia, entre estos se encuentran las cadenas, graseras, bomba de lubricación, líneas de lubricación, acoplamientos, presión de aceite, lubricadora del sistema neumático, fugas de lubricante.

## Sistema de enfriamiento

### Frenos principales y freno auxiliar

En el sistema de enfriamiento de los tambores de frenos principales y frenos auxiliares se debe inspeccionar la caja de empaques (Stuffing Box), las mangueras (entrada, tambores, salida), las válvulas, presión del agua de enfriamiento, condiciones del agua de enfriamiento, revisar si tiene fugas de agua.

Además se le deben verificar las condiciones de los tambores, cinchos y balatas del freno principal, teniendo en cuenta que no haya desgastes en los tambores, como el diámetro y la superficie de fricción.

En cuanto a las balatas se le debe verificar el desgaste al espesor, teniendo en cuenta el desgaste máximo permitido, también inspeccionar las articulaciones del freno principal. En el freno auxiliar se le debe analizar el acoplamiento.

### Sistema de frenos del malacate

Las fallas del sistema de frenos del malacate pueden ser catastróficas; adecuadas prácticas de mantenimiento y periodos de inspección a este sistema son críticos para garantizar la seguridad en las operaciones.

- Los siguientes son los tipos de ensayos no destructivos o inspecciones a los cuales deben ser sometidos los sistemas de freno del malacate y su frecuencia.

En la tabla 14 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 14. Categoría y frecuencia de inspección del malacate**

Componente	Frecuencia				
	Diaria	Cada movilización	Cada cambio de zapatas (break blocks)	6 meses	
Malacate	I	II	III	IV	

**NIVEL I:** Inspección visual que deben realizar los supervisores de 12 horas en su rutina diaria con el fin de detectar pérdidas de pines o chavetas de seguridad.

**NIVEL II:** Inspección visual que deben realizar los mecánicos retirando todas las tapas de inspección con el fin de detectar desgastes prematuros en los bloques del freno, los tambores, los ejes de accionamiento o cualquier otra condición irregular en el sistema de freno.

**NIVEL III:** Realizar inspección con partículas magnéticas o líquidos penetrantes a las bandas de frenos si el cambio de bloques de freno va a realizar antes de 6 meses

**NIVEL IV:** Inspección con ultra sonido y partículas magnéticas a todo el sistema de frenos: ejes, soportes, tornillos, tuercas y tensores, bandas freno, palancas, tambores de freno, para realizar esta inspección. Se debe desarmar totalmente el sistema de frenos y su inspección la debe realizar un inspector nivel II que es el que está en capacidad de realizar todo tipo de pruebas no destructivas y un amplio conocimiento de análisis de fallas y restauración de piezas.

**Tabla 15. Especificaciones diámetro malacate y desgastes**

MARCA / MODELO	DIAMETRO ORIGINAL(Pulgadas)		MAXIMO DESGASTE PERMISIBLE (pulgadas)
	TAMBOR	SWAB	
COOPER-350	42	38	3/16
COOPER-550	42	42	3/16
COOPER-750	42	42	3/16
IDECO H-35-KD	42	38	9/16
IDECO H-44-C	44	38	9/16
FRANKS-300	42	42	
CABOT-900	46		
MID-CONTINENT U-34D	38		9/16

#### 4.1.5 Cable de perforación

Todos los cables de acero eventualmente se desgastarán y gradualmente perderán su capacidad de trabajo a través de su vida útil. Es por esto que las inspecciones periódicas son muy críticas.

Los cables de acero y de perforación deben ser inspeccionados cuidadosamente a intervalos regulares; esta inspección debe ser más cuidadosa y frecuente cuando el cable ha prestado servicio mucho tiempo o en los casos de servicio pasado.

La inspección de forma regular de los cables debe hacerse por tres buenas razones:

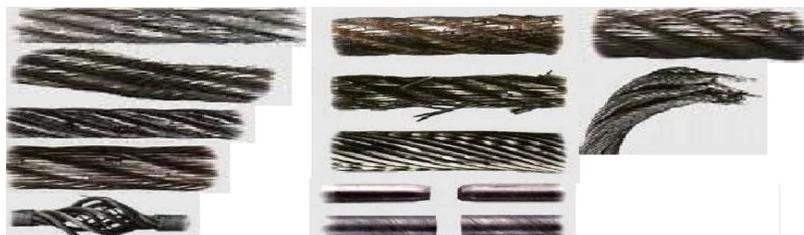
- Muestra las condiciones del cable y nos da una indicación de la necesidad de reemplazo.
- Permite indicar si se está usando el tipo de cable más adecuado
- Hace posible el descubrimiento y corrección de las fallas en el equipo u operación, que pueden causar un costoso y acelerado desgaste del cable.

Todos los cables deben ser inspeccionados a intervalos regulares. A mayor tiempo que el cable ha estado en servicio o mientras más severo sea el servicio, más escrupuloso y frecuentemente debe ser inspeccionado. Asegurándose de mantener los registros de cada inspección.

Como la inspección en campo se basa generalmente en una inspección visual, es por eso que esta inspección debe ser realizada por una persona que por medio de entrenamiento especial o por experiencia práctica, conozca los detalles a inspeccionar, y sea capaz de explicar y juzgar la importancia de los signos anormales que pudieran aparecer. La información obtenida por el inspector servirá como guía para estimar con mayor precisión el servicio que se debe esperar de un cable de acero.

## **INSPECCION VISUAL**

La inspección de los Cables generalmente es Visual, por ende es que se requiere de personal que sepa reconocer los daños y problemas que se presentan en los cables de perforación a analizar:

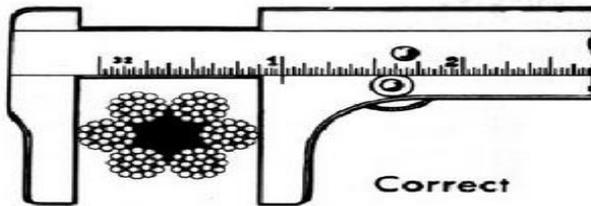


**ILUSTRACIÓN 42: Daños frecuentes de los cables**

Observaciones que se realizan con la Inspección Visual. Daños frecuentes de los cables

Para la realización de este tipo de Inspección se utilizan los siguientes elementos de Trabajo:

- **Diámetro del cable:** Caliper común de dimensión no mayor a 5”



**ILUSTRACIÓN 43: Caliper**

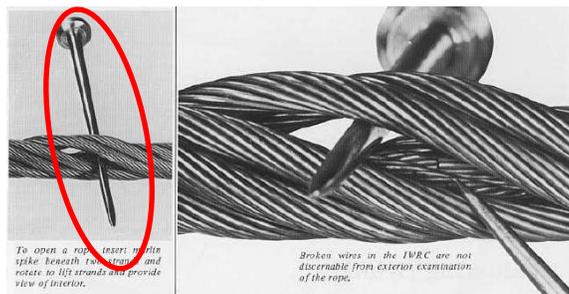
Cada inspección periódica debe de incluir la medición del diámetro del cable en los puntos críticos y registrarlos para futuras comparaciones

Sin embargo existen calipers digitales que facilitan y brindan la información más exacta.



**ILUSTRACIÓN 44: Caliper**

La lectura se debe hacer en los extremos más grandes del cable.



**ILUSTRACIÓN 45: Martin Spike**

Y otras Herramientas muy sencillas como:

- **Papel carbón y la hoja blanca:** Sobre el cable y con el lado del lápiz mediante un ligero golpe, se traza la imagen, obteniéndose la huella en el papel determinando de esta manera el paso del cable.

Sin embargo la inspección Visual rigurosa debe complementarse con pruebas no destructivas y electromagnéticas, sobre todo si el cable presenta los valores cerca de los límites de permisibilidad para los cuales se utilizan los siguientes equipos que determinan dos características importantes.

- **Pérdida metálica del área a través de su sección (LMA).**
- **Fallas localizadas (LF).**

#### Equipo Zawada MD120

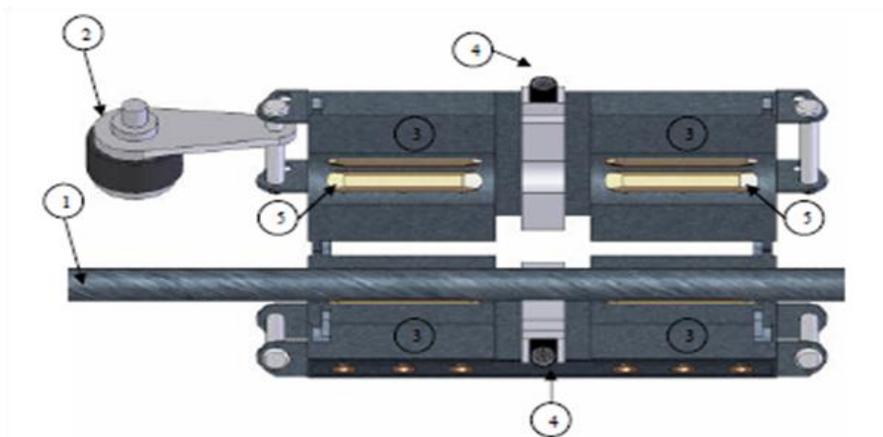


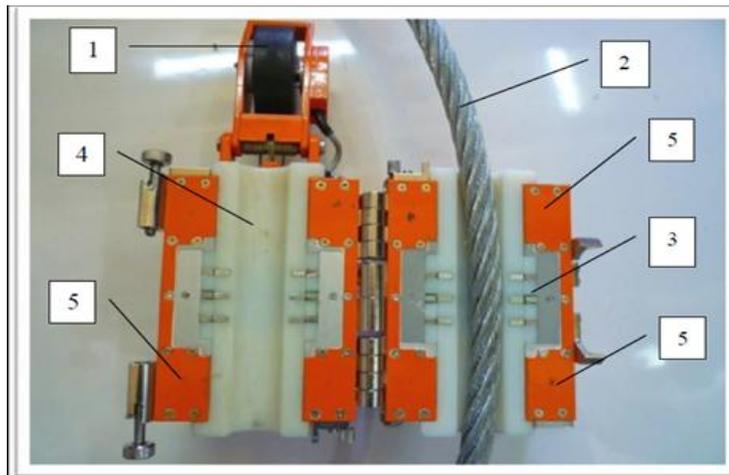
ILUSTRACIÓN 46: Detalle de equipo Zawada MD 120

1. Cable a inspeccionar
2. Sensor de velocidad
3. Imanes permanentes
4. Sensores LF Y LMA
5. Patines de Bronce

El equipo se mantiene fijo mientras el cable se desliza a través de éste, a una velocidad constante entre los imanes que magnetizan la superficie del cable al punto de saturación, tal como se visualiza en la ilustración 47.

## **EQUIPO CORENDE 2009.**

El cabezal magnético puede ser utilizado de dos maneras, puede quedar estático y desplazarse el cable a ensayar por el interior del mismo o también puede utilizarse un dispositivo de impulsión. Este último permite desplazar el equipo a lo largo de un cable sin importar la posición del mismo, disminuyendo notoriamente los riesgos del operador al no tener que montar dispositivos de elevación adicionales.



**ILUSTRACIÓN 47: Cabezal Magnético MH -20-40**

- 1. Sensor de velocidad**
- 2. Cable ensayado**
- 3. Sensores LF y LMA**
- 4. Patín adaptador**
- 5. Imanes permanentes**

### **Tonelada Milla**

Para saber el trabajo efectuado por el cable, se debe calcular la carga levantada, así como la distancia en que ella está levantada y bajada. La unidad básica para medir carga sobre distancia es libra/pie.

Los equipos manejan cargas y distancias demasiado grandes, tal que se utiliza toneladas en lugar de libras y millas en lugar de pies. Una tonelada milla es igual a 10'560.000 libras por pie, es decir, levantar una carga de 2000 libras sobre una distancia de 5280 pies

Se presenta una descripción de los parámetros matemáticos y las ecuaciones para calcular las toneladas milla para un viaje completo.

Viaje completo (round trip= RTtm)

$$RTtm = \frac{Wp * D * (Lp + D) + (2 * D)(2 * Wb + Wc)}{5280 * 2000}$$

Donde:

RTtm= Toneladas millas en un viaje completo.

Wp= Peso del drill pipe sumergido en el lodo de perforación.

D= Profundidad del pozo, en pies.

Lp= Longitud de una pareja de drill pipe.

Wb= Peso del bloque viajero.

Wc= Peso del drill collar sumergido en el lodo de perforación menos el peso de la misma longitud del drill pipe sumergido en el lodo de perforación.

2000= Numero de libras en una tonelada.

5280= Numero de pies en una milla.

Ejemplo:

Peso de lodo= 9.8 ppg

Profundidad medida= 5000 ft

Peso del drill pipe= 16.6 lb/ft

Peso del drill collar= 83 lb/ft

Longitud del drill collar= 300 ft

Peso del bloque viajero= 15000 lb

- Factor de flotabilidad (FF)

$$FF = \frac{65.5 - 9.8ppg}{65.5} = 0.8504$$

- Peso del drill pipe sumergido en el lodo de perforación

$$Wp = 16.6 \frac{lb}{ft} * 0.8504 = 14.12 lb/ft$$

- Peso del drill collar sumergido en el lodo de perforación menos el peso de la misma longitud del drill pipe sumergido en el lodo de perforación

$$Wc = (300 * 83 * 0.8504) - (300 * 16.6 * 0.8504) = 16940lb$$

Tonelada milla de un viaje.

$$RTtm = \frac{14.12 * 5000 * (60 + 5000) + (2 * 5000)(2 * 15000 + 16940)}{5280 * 2000}$$

$$RTtm = \frac{14.12 * 5000 * 5060 + 10000 * (30000 + 16940)}{5280 * 2000}$$

$$RTtm = \frac{14.12 * 5000 * 5060 + 10000 * 46940}{10560000}$$

$$RTtm = 78.28$$

#### 4.1.6 Elevadores de tubería

En la tabla 16 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 16. Categoría y Frecuencia de Inspección de los Elevadores de tubería**

Componente	Frecuencia				
	Diaria	Semanal	Semestral	Anual	Cada 5 años
Elevadores de Rev, Tubería, de taladro, tubería con cuello	II		III	IV	

Sus características de seguridad incluyen protectores y manijas, un cierre y un seguro de cierre ( Latch y Latch Lock) que evitan su apertura en forma accidental.

Estos elevadores son fabricados en acero de alta calidad con los mejores tratamientos térmicos bajo las especificaciones API 8A y API 8C

Los elevadores de tubería se deben desarmar cuando complete 6 meses de operación con el fin de realizarle una inspección con pruebas no destructivas.

### **INSPECCION DIMENSIONAL**

Este tipo de inspección permite determinar si los elevadores de tubería tienen desgastes mayores a los máximos permitidos o si poseen la capacidad de carga a la cual están diseñados.

A los elevadores de tubería se les debe medir el diámetro de:

- Eje principal ( Hinge Pin side)
- Ojo eje principal ( bore hinge pin)
- Entre el eje y el ojo principal
- Eje seguro ( Latch pin side)
- Ojo eje seguro
- Entre eje y ojo seguro medidas las áreas soporte tubería ( bore)
- Orejas ( ears)

### **INSPECCION CON PARTICULAS MAGNETICAS**

Esta inspección debe cumplir como mínimo por lo recomendado en la norma API SPEC 8A Y 8C.

Se debe realizar la inspección con partículas magnéticas húmedas a las siguientes partes del elevador: eje seguro, ojo del eje seguro, orejas y ojo del eje principal.

Esta prueba se hace con el fin de descartar cualquier tipo de fisura o daño en la estructura y partes de carga primaria del elevador. Esta inspección debe ser ejecutada y evaluada por un inspector con certificación nivel II.

**Parámetros técnicos de la inspección NDT con partículas magnéticas húmedas**

- Corriente de magnetización: 110 V AC-110 V DC
- Método de magnetización: Campo activo con YOKE
- Concentración de partículas: 0,1- 0,4 ml/100 ml
- Tipo de partículas: 20 B fluorescentes
- Medio de suspensión: Agua o Varsol.

**4.1.7 Elevadores de Varilla**

En la tabla 17 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 17. Categoría y Frecuencia de Inspección de los Elevadores de varilla**

Componente	Frecuencia				
	Diaria	Semanal	Semestral	Anual	Cada 5 años
Elevadores de Varilla	I		III		IV

**Categoría I:** Diaria, a desarrollarse como inspección en campo

**Categoría II:** Semanal, a desarrollarse en campo

**Categoría III:** Semestral, incluye análisis dimensional y pruebas no destructivas con partículas magnéticas húmedas

**INSPECCION DIMENSIONAL**

Este tipo de inspección permite determinar si los elevadores de varilla tienen desgastes mayores a los máximos permitidos o si poseen la capacidad de carga a la cual están diseñados.

A los elevadores de tubería se les debe medir:

- Zona de contacto Gancho-Manija U(Bail bend)
- Manija U(Bail)
- Cuerpo del elevador(Elevador body)
- Plato(Plate)
- Asiento de la varilla (Rod seat)
- Eje cuerpo elevador(Body trunnion-pin)
- Agujero Manija U(Bail hole- Journal)
- Pines Bisagra(Hinge Pins)
- Compuertas(Latches)
- Resortes(Spring)

### Criterios de Inspección y Aceptación

**Tabla 18. Criterio de inspección para elevadores de varilla OCM**

Componentes	Medición original	Criterio	Acción
Compuertas delanteras y traseras	Diámetro orificio pin bisagra en al compuerta: 0,522"	Medida máxima del orificio pin bisagra 0,535" Deformación, daño o corrosión	Cambiar compuertas
Ejes del cuerpo	Medida eje nuevo 1.450" Medida agujero Manija u nuevo:1,500"	Máximo movimiento vertical 0,125"	Cambiar Manija U desgastada y verificar , se debe retirar herramienta del servicio
Doblez Manija U	1,450" contacto con el gancho de varilla	medida mínima doblez 1.388" Máximo desgaste permitido: 0,062"	Cambio de Manija U
Pin Bisagra	Diámetro pin: 0,500"(+0,0012/-0)	Desgaste en la sección central del pin	Cambiar pin desgastado
Orificios pin bisagra en el cuerpo	Diámetro orificio bisagra en el cuerpo: 0.500"(+0/-0.003")	Medida máxima en cualquier sentido es 0,512"	Cambiar el cuerpo

## **INSPECCIÓN CON PARTICULAS MAGNETICAS**

Esta inspección debe cumplir como mínimo por lo recomendado en la norma API SPEC 8A Y 8C.

Se debe realizar la inspección con partículas magnéticas húmedas a las siguientes partes del elevador de varilla: compuerta, pin bisagra, el agujero de la manija u, manija u.

Esta prueba se hace con el fin de descartar cualquier tipo de fisura o daño en la estructura y partes de carga primaria del elevador. Esta inspección debe ser ejecutada y evaluada por un inspector con certificación nivel II.

### **Parámetros técnicos de la inspección NDT con partículas magnéticas húmedas**

- Corriente de magnetización: 110 V AC-110 V DC
- Método de magnetización: Campo activo con YOKE
- Concentración de partículas: 0,1- 0,4 ml/100 ml
- Tipo de partículas :20 B fluorescentes
- Medio de suspensión: Agua o Varsol.

#### **4.1.8 Brazos de los Elevadores**

A los brazos de los elevadores se les deberá retirar totalmente la pintura cada 180 días de trabajo y realizar las siguientes inspecciones con ensayos no destructivos:

**INSPECCION DIMENSIONAL:** Se debe utilizar la norma API SPEC 8A

Para determinar desgastes en las áreas de carga u “OJOS” y el cuerpo. Después de medir los espesores de las áreas de carga inferior y superior y la longitud total de estos brazos; si existe una diferencia mayor de  $\frac{1}{4}$ ” entre la longitud total de los dos brazos. Rechace el set de brazos elevadores.

## INSPECCION NDT CON PARTICULAS MAGNETICAS HUMEDAS

Se debe realizar la inspección con partículas magnéticas húmedas a las siguientes partes del brazo del elevador: ojo superior y ojo inferior.

Esta prueba se hace con el fin de descartar cualquier tipo de fisura o daño en la estructura y partes de carga primaria del brazo. Esta inspección debe ser ejecutada y evaluada por un inspector con certificación nivel II.

En la tabla 19 se muestra la categoría y la frecuencia en que se debe hacer la inspección.

**Tabla 19. Categoría y Frecuencia de brazos de los elevadores.**

Componente	Frecuencia			
	Diaria	Semanal	Semestral	Anual
Brazos de elevadores	I	II	III	IV

**Categoría I:** Diaria, se desarrolla como inspección en campo

**Categoría II:** Semanal, a desarrollarse en campo

**Categoría III:** Semestral, incluyendo análisis dimensional y prueba no destructiva con partículas magnéticas húmedas

**Categoría IV:** Anual, incluyendo dimensional y prueba no destructiva con partículas magnéticas húmedas

En la tabla 20 se mostrara las especificaciones de algunos brazos de los elevadores como: Capacidad y peso, dimensiones, rango de temperaturas

**Tabla 20. Especificaciones Brazo del Elevador.**

## BRAZO DEL ELEVADOR

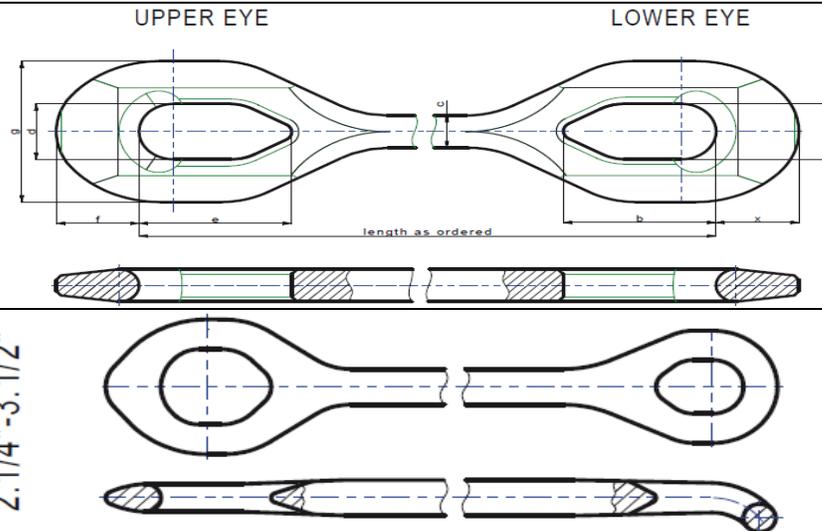
**2.3/4" (350 sh tons/set)**

**3.1/2" (500 sh tons/set)**

### CAPACIDAD Y PESO

Elevator Link PN	Size	Rated capacity (ton)	Weight (kg / lbs)
234048-Y	2.3/4" x 48"	350	270 / 594
	12" increases	350	29 / 64
234216-Y	2.3/4" x 216"	350	734 / 1615
234240-Y	2.3/4" x 240" (25 ft)	350	790 / 1742
	60" (5 ft) increases	350	145 / 320
234600-Y	2.3/4" x 600" (50 ft)	350	1766 / 3894
312072-Y	3.1/2" x 72"	500	478 / 1050
	12" increases	500	52 / 115
312216-Y	3.1/2" x 216"	500	1102 / 2425
312240-Y	3.1/2" x 240" (20 ft)	500	1200 / 2640
	60" (5 ft) increases	500	260 / 575
312660-Y	3.1/2" x 660" (55 ft)	500	3236 / 7135

### DIMENSIONES



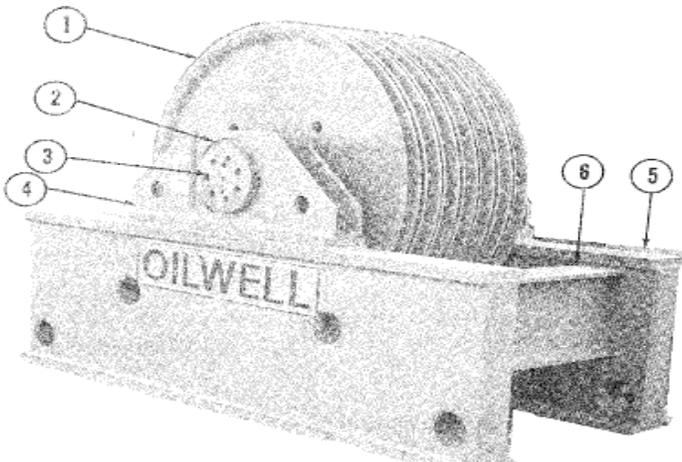
### TABLA DIMENSIONES PRINCIPALES

Size	x	a	b	c	d	e	f	g
2.3/4"	2.3/4"	5.1/2"	8.1/2"	3.1/2"	9.3/8"	11.3/4"	5.1/4"	15.3/4"
3.1/2"	3.1/2"	6.3/4"	9.1/2"	4.1/2"	9.1/2"	12"	6"	17"

### RANGO DE TEMPERATURA

Links
Temperature working range ambient
* If not otherwise stated in the databook.
- 20° C to + 80° C *
- 4° F to 176° F *

## 4.2 LISTA DE CHEQUEO PROPUESTA

LISTA DE CHEQUEO						
CONTRATISTA:			INSPECCIONADO POR:			
COMPANY MAN:			POZO:			
TOOL PUSHER:			FECHA: / /		RIG No.	
Esta lista de cheque ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F,					Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.	
NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA	A	Adecuado			Nota: Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido	
	I	Inadecuado				
	NA	No aplica				
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación				
<b>1. BLOQUE CORONA</b>						
					<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poleas de cable de acero</li> <li>2. Pasador central</li> <li>3. Accesorios de lubricación</li> <li>4. Rodamientos</li> <li>5. Base</li> <li>6. Base miembro transversal</li> </ol>	
DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES	
Verificar que el pararrayo este instalado y que esté conectado a un cable doble cero						
Verificar pasamanos y rodapiés						
Observar que no hagan falta tornillos, pernos, pasadores						
Protector cable de la Polea						
Verificar anclaje de la corona						
Verificar diámetro de las poleas						
Verificar rodamientos						
Condición de la línea de grasa y piezas de grasa						

Condición de la luz de alerta					
Protección de la entrada de la plataforma de la corona					
Observar que la pintura no muestre daños por corrosión					
Medir con el Caliper los espesores de los diferentes flancos de las poleas					
Hacer pruebas NDT a poleas para revisar fracturas, daños, deformaciones y desgastes					
Hacer inspección NDT a la estructura para revisar daños, fracturas, deformaciones y desgaste.					
Hacer inspección NDT al sistema de rodamiento para revisar fracturas, daños, deformaciones y desgaste					

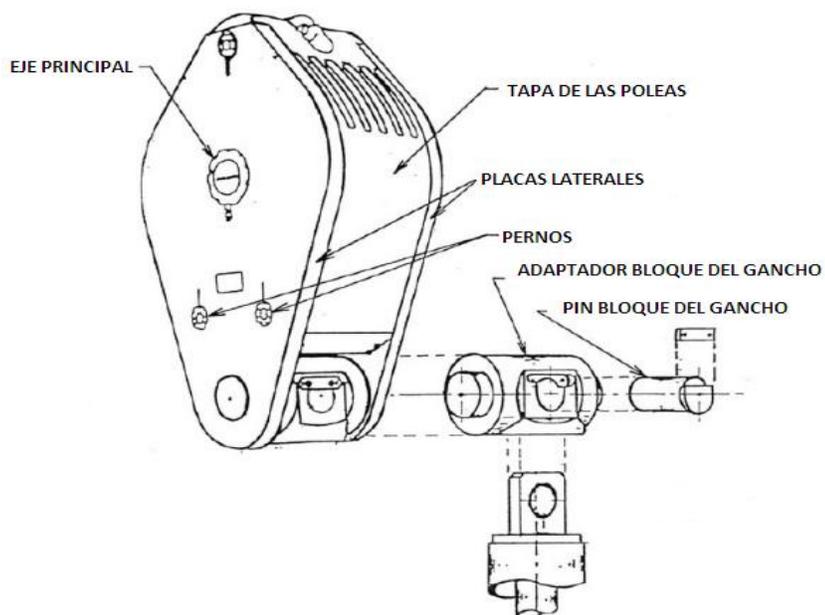
## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de chequeo ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F, Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 2. BLOQUE VIAJERO



DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Observar el marcado de máxima carga de trabajo seguro (SWL)					
Observar que la pintura no muestre daños por corrosión					
Observar que no hagan falta elementos como pines de seguridad, pernos, tuercas, pasadores.					
Observar que no haya fracturas o excesivos desgastes en elementos como pines, pasadores, carcasas, ejes, área de carga, terminales, seguros.					
Revisar los registros de lubricación					

Observar y preguntar cómo ha sido el funcionamiento					
Observar operaciones de rodamientos de cargas y áreas de las poleas					
Observar que si hay grietas, daño, corrosión, desajuste, pérdida de componentes y desgaste prematuro.					
Verificar dimensiones externas e internas para bloque viajero					
Verificar diámetro de las poleas y diámetro del cable para bloque viajero					
Medir con galgas las aberturas de las ranuras de las poleas. Comparar con el perfil dado por el fabricante y verificar que no haya daño o desgaste.					
Medir con el caliper los espesores de los diferentes flancos de las poleas y observar daños.					
Hacer prueba de bamboleo sobre las poleas y verificar el buen funcionamiento del rodamiento.					
Medir con el Caliper los diámetros de los ejes. Comparar con el perfil dado por el fabricante y verificar que no haya desgaste.					
Medir con el caliper los espesores de los pasadores. Comparar con el perfil dado por el fabricante y verificar que no haya desgaste.					
Mirar la forma de las uniones entre los ejes y pasadores. Comparar con el perfil dado por el fabricante y verificar que no haya desgaste.					
Hacer inspección NDT a poleas para revisar fracturas, daños, deformaciones y desgaste.					
Hacer inspección NDT a ejes para revisar fracturas, daños, deformaciones y desgaste					
Hacer inspección NDT a la estructura para revisar fracturas, daños, deformaciones y desgaste.					

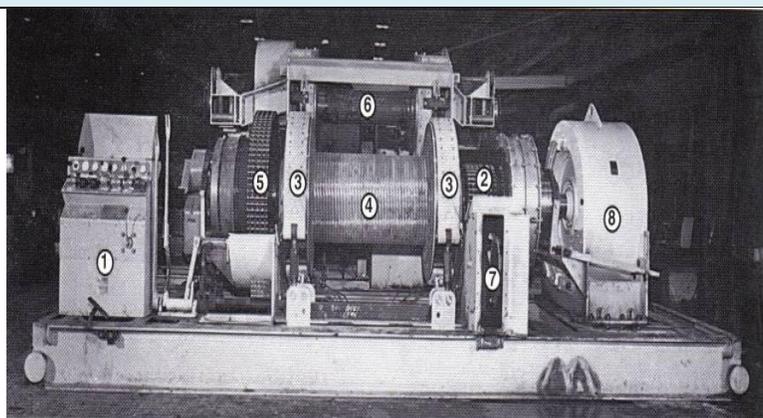
## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de cheque ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F, Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 3. MALACATE



- 1- Engranaje de alta
- 2- Motores eléctricos
- 3- Tambor del malacate
- 4- Tambor de línea de acero (Opcional)
- 5- Cadena del cabeza de gato
- 6- Engranaje de baja
- 7- Eje de salida
- 8- Eje de entrada

DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Inspecciones NDT del sistema de frenos, barra reguladora y uniones principales					
Condiciones de lubricación de cadenas					
Condiciones de lubricación de graseras					
Verificar bomba de lubricación					
Verificar condiciones de lubricación de acoplamiento					
Verificar presión de aceite					
Verificar fugas de lubricante					
Verificar enfriamiento de caja de empaques(Stuffing Box)					
Observar presión del agua de enfriamiento					
Estado de las bandas de los frenos y tornillos de seguridad condiciones de diámetro de tambores					
Observar superficie de fricción de los tambores					

Verificar espesor de las balatas					
Condición de los frenos: ajustados y trabajando					
Verificar calibración del sistema de freno principal					
Verificar que no existan fugas de aire en el sistema					
Revisar anclaje y nivelación del malacate					
Observar desgaste de pernos					
Observar fugas de aceite hacia el embrague					
Revisar tornillos y tuercas de ajuste de los cinchos de frenos					
Revisar horquillas de la extensión de la palanca de frenos					
Sistema de enfriamiento de los frenos de disco					
Condición del freno auxiliar					

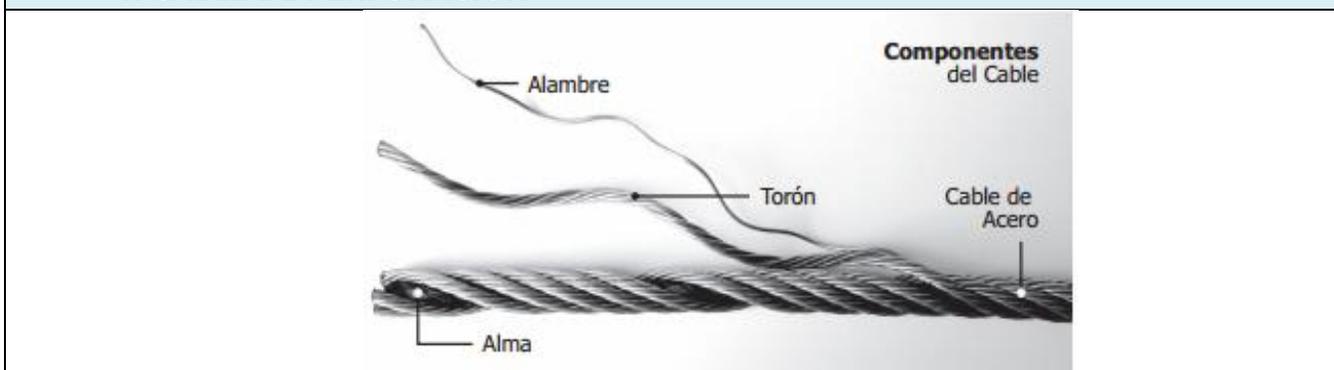
## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de cheque ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F, Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 4. CABLE DE PERFORACIÓN



DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Revisar numero de alambres rotos					
Verificar condiciones del cordón					
Observar si hay desgastes por rozamiento					
Observar si hay desgaste por impacto					
Observar si hay corrosión					
Verificar que la capa exterior de los alambres estén en buenas condiciones					
Verificar que el cable este en sus guías					
Observar el estado del anclaje del cable					
Observar si el cable ha sufrido fatiga					
Observar desgaste por abrasión					
Verificar que el sistema de anclaje del cable tanto en los tambores como en la carga es el correcto					
Revisar que el corte del cable sea el correcto					
Verificar que el diámetro de los tambores de izar sea 30 veces mayor al diámetro del cable					

Observar las superficies que hacen contacto con los cables					
Revisar el movimiento de las poleas con los ejes y rodamientos					
Verificar el enrollado del cable en el tambor					

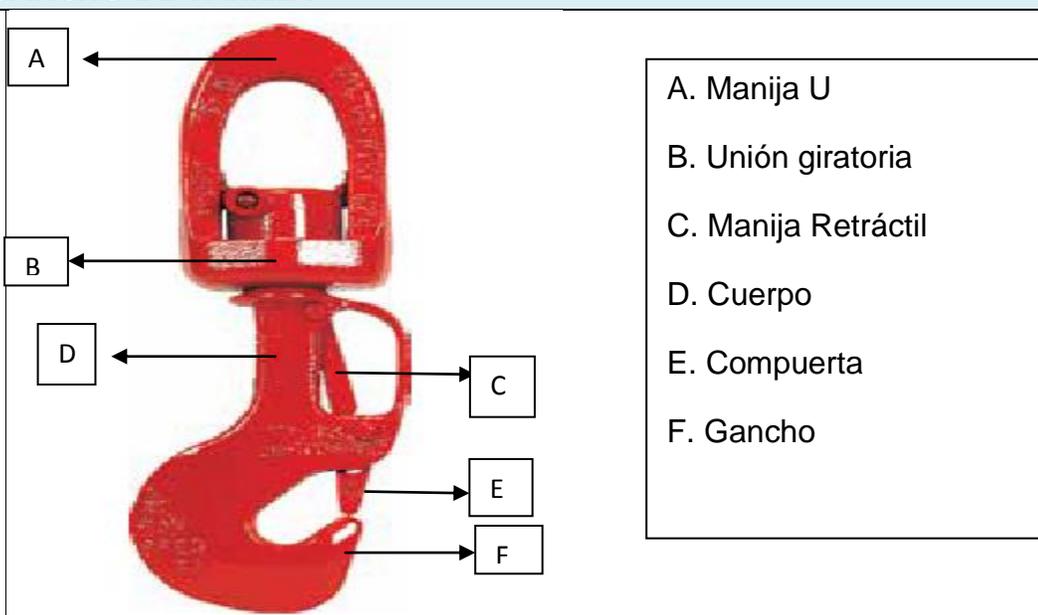
## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de chequeo ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F), Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 5.GANCHO DE VARILLA



DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Observar que no haya fracturas o excesivos desgastes					
Verificar la rosca de la unión giratoria					
Medir el espesor de la manija U					
Observar las condiciones del gancho					
Revisar el rodamiento y la pista de la unión giratoria					
Verificar la lubricación del gancho					
Revisar el estado de los pines					
Verificar que los resortes estén en buenas condiciones					

Observar que no haya mucho espacio entre el seguro cerrado y el gancho					
Rectificar las condiciones de las palancas y pasadores					

## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	
Esta lista de chequeo ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F,		Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.	

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 6.GANCHO DE TUBERIA

A. Manija U

B. Vástago

C. Cuerpo

D. Compuerta

E. Gancho

DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Verificar las orejas y los ojos del elevador					
Revisar que no haya elongación entre el bloque y el gancho					
Observar que no haya corrosión en el gancho					

Revisar que los tornillos, bisagras estén en buen estado					
Verificar la lubricación del resorte principal y el vástago					
Realizarle pruebas NDT al gancho y al adaptador bloque-gancho					
Revisar el estado de los pines					
Verificar que los resortes estén en buenas condiciones					
Revisar el rodamiento					

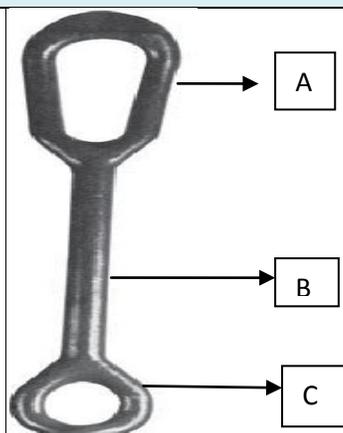
## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de chequeo ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F, Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 7. BRAZOS DE LOS ELEVADORES



- A. Ojo Superior
  - B. Cuerpo
  - C. Ojo Inferior

DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Hacerle una observación continua al estado integro del brazo					
Verificar si el ojo superior presenta desgastes					
Verificar si el ojo inferior presenta desgastes					
Inspeccionar el área de contacto del brazo con el bloque viajero					
Inspeccionar el área de contacto del brazo con el elevador					
Realizarle pruebas NDT a los ojos del brazo					
Existencia de grietas, daños y corrosión en el cuerpo					
Existencia de grietas, daños y corrosión en los ojos					
Existencia de algún tipo de soldadura.					
Funcionamiento de los enlaces con el elevador.					

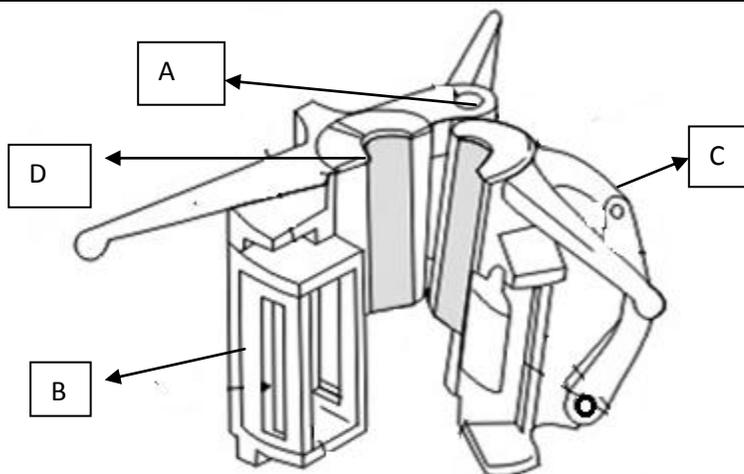
## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de chequeo ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F, Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 8. ELEVADORES DE TUBERIA



- A. PASADOR PRINCIPAL
  - B. CERROJO
  - C. ABRAZADERAS
  - D. PECHUGAS

DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Revisar si el elevador presenta desgastes en las abrazaderas					
Verificar que el elevador tenga en buenas condiciones el seguro					
Comprobar el funcionamiento correcto del indicador de cierre(abierto:rojo,cerrado:verde)					
Compruebe si hay piezas desgastadas y dañadas					
Compruebe si hay piezas sueltas o faltantes					
Compruebe si hay conexiones libres de fugas, tubos, mangueras, valvulas y cilindros					
Compruebe que se tenga el aseguramiento correcto para los tornillos y sus tuercas, chavetas, lenguetas de bloqueo, barras de bloqueo, pasadores y anillos elásticos					

Compruebe que todos los slips esten bien sentados y se encuentren en el cuerpo y las puertas					
Revise las mangueras para detectar signos de grietas, desgaste o abrasión					
Conexiones de lubricación engrasadas					
Eje principal(hinge pin) engrasado					
Huevo superior e inferior engrasado					
Verifique que todos los resortes estén engrasados					
Verifique que los sujetadores de la conexión del bloque estén engrasados					
Verifique si hay grietas, elongación, daño y corrosión en el cuerpo del elevador y las puertas					
Compruebe que la salida de aire no esté restringido					
Compruebe si hay conexiones , tuberías y/o válvulas flojas					
Abra y cierre el elevador cinco veces. Compruebe que funcione sin interferencias					
Compruebe el estado de los acoplamientos neumáticos y la manguera de conexión					

## LISTA DE CHEQUEO

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>INSPECCIONADO POR:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>POZO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>FECHA:</b> / /	<b>RIG No.</b>	

Esta lista de cheque ha sido elaborada de acuerdo a las normas aplicables para la industria, entre ellas API RP (2D,4G,8A, 8B, 8C,9B,54,7L). API SPEC(4F,

Marque una X la categoría considerada de acuerdo a la inspección.

<b>NOMENCLATURA DE CADA CATEGORIA</b>	A	Adecuado	<b>Nota:</b> Cualquier INADECUADO debe tener una explicación y ser corregido
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	-	De obligatorio cumplimiento para iniciar operación	

### 9.ELEVADORES DE VARILLA



A. Manija U
B. Pin Bisagra
C. Compuertas delanteras
D. Cuerpo
E. Asiento de la varilla

DESCRIPCION	A	I	NA	-	OBSERVACIONES
Revisar que las compuertas delanteras y traseras cierren después de abrirse					
Revisar la lubricación de las compuertas					
Verificar que el resorte no esté desgastado o roto					
Revisar que el pin del anillo este en buenas condiciones					

Observar si el cuerpo del elevador y la varilla dan un sello uniforme					
Verificar que los pines bisagra estén bien instalados y no estén sueltos					
Verificar el desgaste de las compuertas delanteras					
Existencia de grietas, daños y corrosión en los pines bisagra					
Existencia de algún tipo de soldadura.					

### **4.3 Análisis de Criticidad**

El análisis de criticidad es una herramienta fundamental para realizar un mantenimiento basado en RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad). La razón de este es para descartar el proceso de RCM en tareas irrelevantes, sus fundamentos están en analizar los costos y la viabilidad de realizar tareas que afecten los sectores económicos, ambientales, humanos y físicos.

Los resultados del análisis para este trabajo nos arrojaron que no importa la herramienta al igual que cualquiera de sus partes para los trabajos de workover cualquier falla seria crítica para la operación. Por lo tanto las directrices de mantenimiento se deben realizar para cada una de las partes de las herramientas del equipo.

### **4.4 Tareas de mantenimiento**

Las tareas de mantenimiento son las acciones a realizar para tener un mayor control del estado de la disponibilidad y la confiabilidad de nuestros equipos (herramienta de levante), su propósito es generar altos índices de mantenibilidad en los equipos reduciendo costos, tiempo de personal.

Es el inicio de un proceso de gestión del mantenimiento en cualquier empresa, los resultados obtenidos a partir de las tareas de mantenimiento son importantes para así tomar la decisión de crear planes de mantenimiento basados en diferentes fundamentos como son el TPM y RCM.

### **4.5 Ventajas y desventajas de las listas de chequeo**

- Mayor control de fallas
- Mayor control de la herramienta
- Poder prevenir paradas de equipo
- La interacción diaria del personal con la herramienta
- Exceso de confianza
- No está reglamentada bajo ninguna norma
- No se puede realizar retroalimentación en la lista de chequeo
- Permite realizar una inspección mas técnica del equipo

## CONCLUSIONES

- Se concluye que con el diseño y elaboración de un plan de directrices de mantenimiento preventivo e inspección del sistema de levantamiento de equipos de workover se genera un mayor control para la herramienta de levante de la empresa Varisur S.A.S.
- La información es una herramienta fundamental para realizar este tipo de estudio ya que en el medio y en la empresa no existe mucha bibliografía de la herramienta.
- Se desarrollo la metodología para la inspección de la herramienta de levante basada en las normas internacionales API, siendo el ente encargado de la certificación para el gremio petrolero en Colombia.
- Se implemento una metodología para el desarrollo del mantenimiento de la herramienta de levante en equipos de workover basado en los criterios de RCM y TPM, fundamentado en el desarrollo de las actividades en campo base de Varisur S.A.S.
- Se concluye que la identificación de los puntos críticos de la herramienta del sistema de levantamiento es una tarea principal para el trabajo en operaciones ya que prevenimos posibles fallas en activos y personal.
- Se concluye que la implementación de la normatividad en este tipo de equipos no es sencillo, se necesita de tener muy bien los conceptos y de tener tiempo para poder aplicarlos de las distintas formas y métodos en la herramienta de levante de los equipos de workover.

## **RECOMENDACIONES**

- Las directrices de mantenimiento para las herramientas de levante de un equipo de workover en Varisur S.A.S es el inicio de la gestión de mantenimiento en el proceso que se encuentra la empresa, por lo tanto el desarrollo de este está condicionado a cambios en la frecuencia de sus tareas.
- Se recomienda la elaboración de un plan de gestión de mantenimiento para el área de inspección en el proceso y actividades de la herramienta de levante de los equipos de Workover en la empresa Varisur S.A.S.

## BIBLIOGRAFÍA

Catalogo EMCOCABLES, “manejo clasificación, factores de seguridad usos y recomendaciones”[en línea], disponible en: <http://www.emcocables.com/catalogos/cables.pdf>, recuperado: 5 de septiembre del 2013]

Cavins Oil Well Tools, “Elevator links and Hooks”, USA, 2012 .p 19.

Comincar S.A. “Malacates” [en línea], disponible en: <http://www.comincar.com/espanol/servicios2.html#12>, recuperado: 17 de agosto del 2013

Cooper Industries, “Technical Manual Web Wilson Hydra Hooks”, June 1989, U.S.A

Division of United States Steel, “Oil Well Blocks, Installation Care and Operating Instructions”, USA. P. 1-11

Ecopetrol, Manual de Operaciones de Perforación, Capitulo 3, Selección de equipos, noviembre 19 2006 p.6

Frias Fraire, Carlos Alberto “Características y funcionamiento de los componentes de los equipos de perforación”[en línea],disponible en: <http://www.slideshare.net/CarlosFriasFraire/caractersticas-y-funcionamiento-de-los-componentes-de-un-equipo-de-perforacin>, recuperado: 5 de septiembre del 2013

Isotec S.A. “Inspección y diagnostico técnico” [en línea], disponible en: <http://www.isotec.com.co/portal2/>, recuperado: 2 de octubre de 2013.

Kate Van Dyke, “A primer of Oilwell Service, Workover, and Completion”, First Edition, Austin Texas, 1997 p.59

McKissick Oilfield Drilling Blocks. “RJ style Drilling Blocks” [en línea], disponible en: <http://www.thecrosbygroup.com/Portals/0/docs/NewProducts/oilfieldblocks.pdf>, recuperado: 25 de septiembre de 2013.

National Oilwell Varco , “Varco BJ Manual Elevators”, Capitulo 4.2,Diciembre 2005.

Norma API RP 8B, Recommended Practice for Procedures for inspection, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Hoisting Equipment

Rondón, Gabriela J. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de un taladro de perforación. Trabajo de Grado Ingeniero de petróleos, Caracas, Universidad Central de Venezuela.2013. p. 15-17

Soportec. “Mantenimiento preventivo y correctivo” [en línea], disponible en: <http://www.soportec.com.mx/articulos/mantenimiento-preventivo-y-correctivo>, recuperado: 20 de septiembre de 2013

Union Wireco World Group, “Manual del usuario de cables”[en línea], disponible en: [http://www.unionrope.com/Resource\\_/PageResource/Union/Wire-Rope-User-Guide-Spanish.pdf](http://www.unionrope.com/Resource_/PageResource/Union/Wire-Rope-User-Guide-Spanish.pdf), recuperado: 5 de septiembre del 2013.

Weatherford, “Oil Country Manufacturing” p.20

ZUÑIGA CÁCERES, José Luis; JARAMILLO ZUMBANA, Byron Gregorio. Estandarización de las inspecciones técnicas y de seguridad industrial de los equipos de reacondicionamiento de pozos que operan en el ecuador. Trabajo de Grado Ingeniero de petróleos, Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental.2013.p 19-20

## **ANEXOS**

### **TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE UN EQUIPO DE WORKOVER**

#### **[Tareas de Mantenimiento.xlsx](#)**

Las tareas de mantenimiento mencionadas en este proyecto las cuales están dirigidas al sistema de levante de los equipos de workover de la empresa Varisur S.A.S están sujetas a cambios en sus periodos y frecuencias de aplicación ya que estos equipos son portátiles, por lo tanto mantienen en continuo movimiento y las operaciones son muy cambiantes dependiendo de los campos y los trabajos que se necesiten. Además hay que tener en cuenta factores como los operacionales y climatológicos que afecta directamente la gestión, control y aplicación del mantenimiento en general.