

**METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN  
DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE  
HALLIBURTON**

**JORGE ALEXANDER GUTIERREZ GÜIZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA**

**2014**

**METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN  
DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE  
HALLIBURTON.**

**JORGE ALEXANDER GUTIERREZ GÜIZA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de**

**INGENIERO DE PETROLEOS**

**ING. WERNEY DE JESÚS MACHUCA BOADA**

**Director**

**JAVIER CASTAÑEDA CASTAÑEDA**

**Tutor Empresarial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA**

**2014**

## DEDICATORIA

*A Dios todos mis logros.*

*A mi madre Gloria, mujer maravillosa por enseñarme a ser constante, porque gracias a su apoyo y consejos soy quien soy.*

*A mi padre Jorge, porque su ejemplo siempre me ha impulsado a ser extrovertido, y con mucho empuje para hacer todo proyecto con la mejor energía.*

*A mi hermano Elián, por su apoyo y mi admiración hacia él*

*A mi familia, por todo el apoyo.*

*A Camila, por ser comprensiva, y darme su apoyo con amor.*

*A mis amigos, y al baloncesto.*

*A la compañía Halliburton, por brindarme mis primeras experiencias profesionales.*

*GRACIAS.*

## AGRADECIMIENTOS

A la **gloriosa UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**, por darme el honor de estudiar en ella, y formarme como Ingeniero de Petróleos.

A la empresa **Halliburton**, por mi práctica profesional, y todo su personal que demostró gran altura y compañerismo.

Al **Ingeniero Werney Machuca** y profesores que componen la rama académica de la universidad, por compartir su conocimiento y guiarme durante la conclusión de mi tesis.

Al **Ingeniero Javier Castañeda**, (Ingeniero es quien es capaz de afrontar y desarrollar proyectos de ingeniera con profesionalismo) por su apoyo.

Agradezco al equipo **Versa-Flex** (Duberney, Luis, Sem, Francisco, Leonardo, Daniel Vanegas, Daniel Ramirez, Pablo y Oscar) por permitirme ser parte de su equipo.

Y a todos aquellos que me ayudaron a llegar donde estoy.

Gracias de todo corazón, Dios los bendiga.

## Tabla de contenido

INTRODUCCION .....	15
1 MARCO TEORICO. ....	16
1.1 BREVE INTRODUCCION AL COMPLETAMIENTO DE POZOS. ....	16
1.2 COLGADORES DE LINER. ....	16
1.3 NORMAS INDUSTRIALES Y DE CALIDAD. ....	19
1.3.1 SISTEMA DE GESTION HSEQ .....	19
1.3.2 EXCELENCIAS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN HSEQ .....	20
1.3.3 NORMA OHSAS 18001 .....	21
1.3.4 NORMA ISO 9001 .....	22
1.3.5 NORMA ISO 14001 .....	24
1.4 POLITICAS DE LA EMPRESA. ....	27
2 IMPORTACION DE EQUIPO DE SERVICIOS. ....	29
2.1 MECANISMOS DE IMPORTACION INTERNA DE EQUIPO. ....	29
3 DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA. ....	30
3.1 VERSAFLEX EXPANDABLE LINER HANGER. ....	30
3.1.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS .....	31
3.1.2 FUNCIONAMIENTO .....	32
3.1.3 CUIDADOS .....	32
3.2 HYDRAULIC SETTING TOOL .....	35
3.2.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS. ....	35
3.2.2 PORTAFOLIO .....	37
3.2.3 ESTÁNDAR SETTING TOOL .....	38
3.2.4 FLAPPER SETTING TOOL .....	38
3.2.5 HIGH TORQUE SETTING TOOL .....	39
3.2.6 BIG BORE .....	39
3.2.7 CUIDADOS .....	40
3.3 VERSAFLEX PLUG ASSEMBLY. ....	40
3.3.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS .....	41
3.3.2 FUNCIONAMIENTO .....	41
3.3.3 CUIDADOS .....	42

3.4	VERSAFLEX WIPER DART. ....	43
3.4.1	CARACTERISTICAS Y VENTAJAS. ....	44
3.4.2	FUNCIONAMIENTO .....	44
3.4.3	CUIDADOS .....	44
3.5	EQUIPO DE FLOTACION.....	45
3.6	LANDING COLLAR.....	45
3.6.1	CARACTERISTIAS Y VENTAJAS .....	47
3.6.2	CUIDADOS.....	47
3.7	FLOAT COLLAR.....	47
3.7.1	CARACTERISTICAS Y VENTAJAS .....	48
3.7.2	FUNCIONAMIENTO .....	48
3.7.3	CUIDADOS.....	49
3.8	FLOAT SHOE.....	49
3.8.1	CARACTERISTICAS Y VENTAJAS .....	50
3.8.2	FUNCIONAMIENTO .....	50
3.8.3	CUIDADOS.....	51
4	FASE COMERCIAL. (CLIENTES) .....	51
4.1	GENERALIDADES DE VENTA. ....	51
4.1.1	LICITACIÓN.....	51
4.1.2	REUNIONES PREOPERACIONALES.....	52
5	ALISTAMIENTO E INSPECCION DEL EQUIPO.....	52
5.1	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.....	52
5.2	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.....	53
5.3	PREPARACION DEL TRABAJO.....	54
5.4	MANTENIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS DE CORRIDA. ....	55
5.5	INSPECCION, Y REEMPLAZO DE EQUIPO “REDRESS”.....	55
5.6	HERRAMIENTAS NECESARIAS.....	56
5.7	NOTAS DE PREENSAMBLADO.....	56
5.8	ALISTAMIENTO DE LA HERRAMIENTA. ....	57
5.9	ALMACENAMIENTO PREVIO A LA MOVILIZACION.....	62
5.9.1	PARTES DELICADAS.....	62

5.9.2	ALMACENAMIENTO DE EQUIPO.....	63
5.9.3	AILAMIENTO QUIMICO. ....	63
5.9.4	PUNTOS DE APOYO. ....	63
5.9.5	PROTECCION ANTIGOLPES Y RAYADURAS.....	63
5.9.6	LUBRICACION, .....	64
6	MOVILIZACION DE RECURSOS.....	64
6.1	TRANSPORTE DE EQUIPO. ....	64
7	LOGISTICA Y OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA.....	68
7.1	GENERALIDADES DE OPERACIÓN DE LOS RECURSOS.....	68
7.2	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN.....	71
8	RIGDOWN Y DESMOVILIZACION DE HERRAMIENTA. ....	81
8.1	CARGUE DE HERRAMIENTA EN POZO. ....	81
9	RECEPCION DE HERRAMIENTA.....	81
	CONCLUSIONES.....	90
	RECOMENDACIONES. ....	91
	BIBLIOGRAFIA.....	92

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 Completamiento de pozo.	17
Figura 2 Completamiento hueco abierto vs completamiento liner producción.	18
Figura 3. Liner Hanger.	30
Figura 4. Liner Hanger Portafolio.	32
Figura 5. Hydraulic Setting Tool.	35
Figura 6. Hydraulic Setting Tool Portafolio.	37
Figura 7. Wiper Plug.	41
Figura 8. Wiper Dart.	43
Figura 9. Instalación Equipo de Flotación.	45
Figura 10. Landing Collar.	46
Figura 11. Float Collar.	48
Figura 12. Zapato Flotador.	49
Figura 13. Armado de Herramienta.	60
Figura 14. Torque Optimo.	61
Figura 15. Partes Delicadas Colgador.	62
Figura 16. Transporte de Herramientas.	66
Figura 17. Bola de Expansión.	69
Figura 18. Tamaños de “Bola de Expansión”.	70
Figura 19. Tally “Estado Mecanico Pozo”.	71

Figura 20. Instalación Equipo de Flotación.	73
Figura 21. Evidencia de Liberación Wiper Dart.	73
Figura 22. Evidencia de Ruptura de Disco.	77
Figura 23. Evidencia de Recorrido Completo Cono de Expansión.	79
Figura 24. Evidencia Liberación Correcta Herramienta.	80
Figura 25. Cargue de Herramienta.	82
Figura 26. Etiquetado Rojo de Herramienta.	83
Figura 27. Inspección SESCO.	85
Figura 28. Partes Dañadas.	86
Figura 29. Almacenamiento de Equipo.	87

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Posicionamiento Pines de Cizallamiento. “Collet Mandrell”.	57
Tabla 2. Posicionamiento Pines de Cizallamiento “Collet Retaining Adapter”	58

## RESUMEN

**TITULO:** METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.\*

**AUTOR:** Jorge Alexander Gutierrez Güiza\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Metodología, Halliburton, Herramientas, VersaFlex, Completamiento, Pozos, Colgadores, Liner.

El siguiente documento representa un compendio de normas, y procesos empleados dentro de la sublínea Versa-Flex de la compañía prestadora de servicios petroleros Halliburton que busca optimizar aspectos importantes como entrenamiento de personal, alistamiento, almacenamiento, transporte y corrida de la herramienta dentro del pozo petrolero. Las normas internacionales incluidas son ISO 14001 (normas internacionales del medioambiente), ISO 9001 (normas internacionales para la estandarización de procedimientos), OSHAS 18001 (normas internacionales para la salud ocupacional).

Los procesos comprendidos dentro de este manual son:

Descripción de la herramienta que sirve para contextualizar al lector sobre la razón del servicio involucrado en el manual, la importación y el manejo del stock de la compañía también está incluida brevemente antes de los procesos de transporte de cualquier herramienta. La fase comercial se relaciona dentro del manual al exponer la manera en la que se licita por proyectos petroleros. Uno de los dos procesos más importantes dentro del manual es el alistamiento de la herramienta, en el cual se presentan los elementos de protección personal y requisitos que deben presentar los trabajadores antes de comenzar su trabajo, y un paso a paso que describe el proceso de armado de la herramienta y su operación en el pozo. Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones que el autor determinó durante la realización del proyecto.

---

\* Proyecto de Grado.

\*\* Facultad Ingenierías Físico-Químicas. Ingeniería de Petróleos. Director, Ing. Werney de Jesús Machuca Boada. Codirector, Ing Javier Castañeda Castañeda.

## ABSTRACT

**TITLE:** METODOLOGY FOR THE OPTIMIZATION OF READINESS AND OPERATION OF THE VERSA-FLEX'S DOWNHOLE TOOLS FROM HALLIBURTON.\*

**AUTHOR:** Jorge Alexander Gutierrez Güiza\*\*

**KEYWORDS:** Methodology, Halliburton, tools, VersaFlex, Completion, well, hanger, Liner.

This document represents a compendium of norms, and processes used in Versa-Flex service line from the oilfield services company Halliburton, that is supposed to optimize important aspects like personnel training, readiness, storage, transport, and the tool's operation in the oil well. The international standards included are ISO 14001 (environmental international standards), ISO 9001 (procedures international standardization), OSHAS 18001 (Health and safety international standards).

The procedures inside this manual are:

The tool's description works for giving a context to the reader about the meaning of the involved service, the import and the management of the company's tools stock are also included shortly before the develop of transportation processes of any tool. The commercial phase is related within the manual when it exposes the way the tender of oilfield projects is performed. One of the two most important processes in the manual is the readiness of the equipment, in which are presented the personal protection elements and the requirement that the personnel must have before they start their work, and a step by step that describes the armed, and operation processes of the tool in the base and in the oil well. At the end are some author's conclusions and recommendations developed during the project.

1

---

\* Proyecto de Grado.

\*\* Facultad Ingenierías Físico-Químicas. Ingeniería de Petróleos. Director, Ing. Werney de Jesús Machuca Boada. Codirector, Ing Javier Castañeda Castañeda.

## INTRODUCCION

La operación de cualquier herramienta se divide en distintas fases como inspección, ensamblado, pruebas de funcionamiento, almacenamiento, transporte, y corrida. Los cuales se resumen como logística. Por la importancia que tienen estos aspectos dentro del funcionamiento de una empresa se crea este manual que pretende apoyar y optimizar el desarrollo de los distintos procesos ya mencionados.

Dentro de este manual se encontrara un paso a paso del armado, y calibración de la herramienta. Así como también discrimina los tipos de inspecciones de las roscas, procesos tales como inspección por tintas penetrantes, dimensionales, y visuales avaladas por un tercero. También pruebas de integridad por medio de presión hidrostática que certifica la empresa.

Otro punto de interés del manual, es el aislamiento de humedad y radiación, y también protección de puntos sensibles característicos del almacenamiento del equipo independientemente de si se encuentra en bodega, si está siendo transportado, si está en campo, o si se dirige a base después de operación.

La logística presentada también incluye los requerimientos de seguridad, y vehículos especiales con los que debe contar la empresa transportadora, y los procedimientos de entrega y cargue de herramienta discriminando si es el supervisor de taller en la base, o el líder de operación en campo quien se encargara de hacer el respectivo cargue y descargue de la herramienta.

La operación de la herramienta también esta descrita en cuanto a los procesos de corrida de la herramienta dentro del pozo, la organización del personal operador, descripción de las reuniones preoperativas, y la verificación final del colgado y liberación del liner hanger.

## **1 MARCO TEORICO.**

### **1.1 BREVE INTRODUCCION AL COMPLETAMIENTO DE POZOS.**

A lo largo del tiempo desde que la primera bolsa de semillas<sup>2</sup> fue bajada a través de un tubing atada a una cuerda como empacador primitivo. El completamiento de pozos ha ocupado espacio en la mente de los ingenieros de petróleos. Hoy en día con la fluctuación del valor del petróleo las características de las formaciones, las demandas de trabajo y la competencia industrial han permitido una gran evolución en las herramientas y metodologías aplicadas en este proceso.

Es necesario poner en contexto la definición de “completamiento de pozos”, la cual se puede comprender como el conjunto de procesos que permiten seleccionar instalar mecanismos que permitan la mejor puesta a punto de un pozo para su futura producción.

Algunos puntos importantes en un completamiento son:

- Establecer criterios de diseño.
- Preparación de la zona productora.
- Completamiento mecánico del pozo.
- Iniciación de producción y aplicación de operaciones de tratamiento.
- Monitoreo del comportamiento y producción de pozos y desempeño del su completamiento.

### **1.2 COLGADORES DE LINER.<sup>3</sup>**

Durante la perforación de pozos petroleros existen gran cantidad de procedimientos que unidos, permiten lograr la puesta a punto de un pozo para su producción.

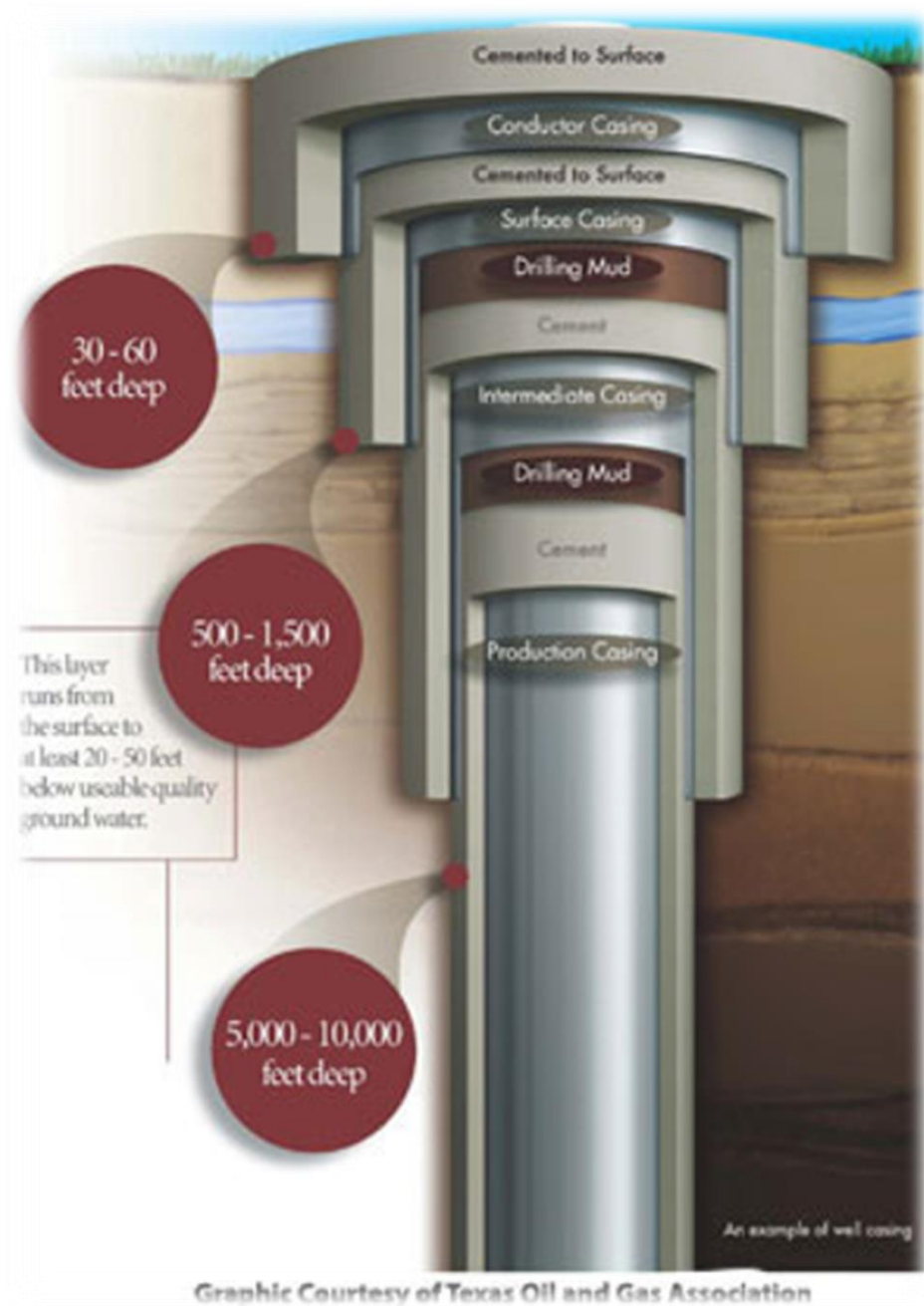
---

<sup>2</sup>HALLIBURTON, C. t. (2007). Completions 1 manual (pp. 4). CARROLTON TX.

<sup>3</sup> CASEYRESEARCH. (2010). Well Completion. Retrieved 2013, from CASEYRESEARCH <http://www.caseyresearch.com>

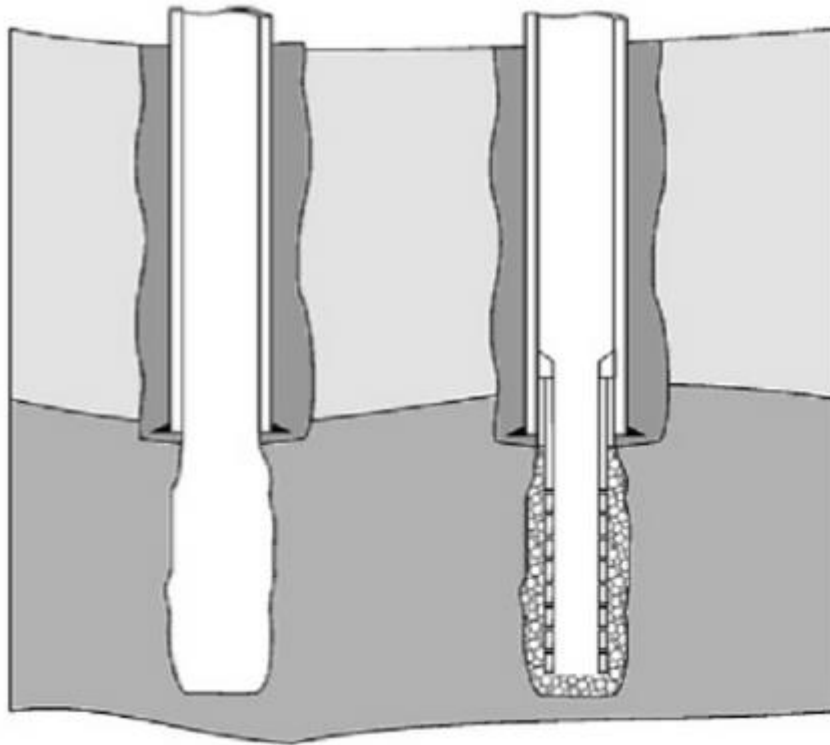
La tubería de revestimiento que permite dar fortaleza al pozo y aislarlo de la formación recibe el nombre de casing.

Figura 1 Completamiento de pozo.



Fuente. CASEYRESEARCH. (2010). Well Completion. Retrieved 2013, from CASEYRESEARCH <http://www.caseyresearch.com>

Figura 2 Completamiento hueco abierto vs completamiento liner producción.



Fuente. CASEYRESEARCH. (2010). Well Completion. Retrieved 2013, from CASEYRESEARCH <http://www.caseyresearch.com>

A lo largo de la historia han surgido necesidades como el ahorro de materiales y tiempo de operación, es por esto que surgió la invención de los “liner”<sup>4</sup>. Este tipo de tubería no se corre desde superficie sino desde una zona de interés lo que permite el ahorro de material y por ende reduce el tiempo de operación.

Los colgadores de liner son mecanismos mecánicos o hidráulicos que permiten fijar la tubería de revestimiento en el lugar deseado y mantenerlo en su lugar hasta que el proceso de cementación sea culminado.

---

<sup>4</sup> HALLIBURTON, C. t. (2007). Completions 1 manual (pp. 4). CARROLTON TX.

## **1.3 NORMAS INDUSTRIALES Y DE CALIDAD.**

### **1.3.1 SISTEMA DE GESTION HSEQ**

HSEQ (Health, Safety, environment and Quality). Es un sistema que se aplica en todos los campos industriales hoy en día. Este tema reviste una importancia fundamental para todas las organizaciones y su personal, pues se trata, en última instancia, de que nadie resulte lastimado en su entorno laboral.

He aquí 10 preguntas que inducen al sistema HSEQ:

1. ¿De qué se trata la salud y seguridad?

Prevenir a los trabajadores de resultar lastimados mediante tomar las precauciones y protecciones necesarias.

2. ¿Por qué la salud y seguridad son leyes?

Porque la salud y seguridad son tan importantes que se han generado normas que inducen a que no nos exponamos ni exponamos a los demás a peligros.

3. ¿Acaso la salud y seguridad aplican conmigo también?

A todas las personas, incluso a trabajador independiente, y a quien es empleador.

4. ¿Quién administra las leyes de salud y seguridad?

Inspectores de HSE, o los responsables locales, como empresas de HSE.

5. ¿Qué hacen los inspectores?

Visitan los lugares de trabajo verificando que las personas se están apegando a las normas de salud y seguridad.

6. ¿Debo contactar un inspector para obtener información?

No, existen compañías y números telefónicos que están dispuestos para esta función.

7. ¿Necesito registrar mi negocio?

Es como si emplearas a alguien, necesitas contactar un proveedor de servicios HSE o autoridad local.

8. ¿Necesito estar asegurado por mi empleador?

Por ley si empleas a alguien debes tener certificados HSE para cada uno.

9. ¿Necesito publicar información sobre salud y seguridad en mi empresa?

Si, existe gran variedad de posters HSE.

10. ¿Debo reportar accidentes en el trabajo?

Si, y también los casi accidentes.

### **1.3.2 EXCELENCIAS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN HSEQ**

Son algunas de las características del Sistema de Gestión HSEQ las siguientes:

- Incremento en los estándares de calidad.
- Cumplimiento de normas, y legislaciones exigidas por entes reguladores.
- Prevención de riesgos financieros, profesionales, ambientales, y de calidad.
- Capacitación y acompañamiento continuo a los trabajadores.
- Mayor aceptación por parte de los clientes.
- consultoría permanente y diseño de soluciones específicas para las necesidades de cada empresa.
- Disminución en tiempos no productivos.
- Disminución en costos de pobre calidad.
- Incremento en la eficiencia de los procesos.
- Aumento en la eficacia de los procedimientos.
- Evolución más rápida de la empresa en todos los aspectos.
- Incremento de la credibilidad para sus clientes.

### **1.3.3 NORMA OHSAS 18001<sup>5</sup>**

La norma OHSAS (Occupational Health and Safety Assesment Series) Norma reconocida a nivel mundial que permite el fácil cumplimiento de las normatividades de salud ocupacional.

La implantación de un sistema de gestión de seguridad y salud laboral según la especificación OHSAS 18001:1999 permite a las organizaciones:

- generar una política adecuada de seguridad y salud laboral.
  
- Demostrar compromiso con el cumplimiento de las exigencias de la legislación vigente.
  
- Establecer, implantar, mantener y mejorar continuamente su sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
  
- Determinar los aspectos de seguridad y salud relacionados con las actividades, los productos y los servicios de la organización.
  
- Facilitar la asignación de recursos.
  
- Desarrollar y mantener al día un programa de respuesta ante casos de emergencia.
  
- Evaluar los resultados en función de la política y los objetivos fijados, buscando las posibles áreas de mejora.
  
- Revisar y auditar el sistema.

---

<sup>5</sup> OSHAS. (1999). 18001 HEALTH & SAFETY ZONE. IRELAND: OSHAS.

Tiene un reconocimiento externo que ofrece un valor añadido para la organización ya que una empresa certificadora externa, reconoce la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad implantado, otorgando el conocido “Sello de Calidad”.

#### **1.3.4 NORMA ISO 9001<sup>6</sup>**

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). La preparación de normas internacionales se hace bajo características técnicas del ISO. Todo organismos que haya solicitado inclusión en algún tema para el cual se haya determinado un comité técnico tiene derecho a una representación en dicho comité, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.<sup>7</sup>

Esta acreditación demuestra que la organización está reconocida por más de 640.000 empresas en todo el mundo.

ISO 9001 basó sus principios en un conjunto de reglas militares inglesas antiguas, BS5750, que aplicaba hábitos de trabajo que protegían la seguridad de los operadores que montaban bombas en las fábricas de municiones durante la Segunda Guerra Mundial. El gobierno británico alentó a ISO para revisar el plan BS5750 y posicionó su contenido para un alcance más amplio que incluiría aplicaciones no militares.

---

<sup>6</sup> ISO. (2008). ISO 9001 (Norma). Lanzado noviembre 15  
<http://farmacia.unmsm.edu.pe/noticias/2012/documentos/ISO-9001.pdf>

<sup>7</sup> DE LA ROSA, L. (2010). NORMA ISO 9001 : 2015.  
<http://www.usac.edu.gt/archivos/econtNUEVANORMAISO90012015.pdf>

#### **1.3.4.1 Estándares**

Los estándares ISO 9001 exigen que todos los empleados en la empresa, incluyendo los cargos más altos abarquen el control de calidad en sus actividades diarias. Este compromiso comienza con la notificación de cómo hacen su trabajo los empleados y anotando esto en documentos de procedimiento. Se realizan controles de varias etapas para informar lo bien que se cumplen los resultados esperados. Cuando aparece una sorpresa, el plantel investiga inmediatamente qué puede haber causado la desviación. La medida correctiva puede ser ajustar el proceso de instrucciones o volver a entrenar a los operadores.

#### **1.3.4.2 Generalidades**

Un apropiado diseño y selección de sistema de ejecución del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados

Por:

- a) el entorno de la organización, los cambios en ese entorno y los riesgos asociados con ese entorno,
- b) sus necesidades cambiantes,
- c) sus objetivos particulares,
- d) los productos que proporciona,
- e) los procesos que emplea,
- f) su tamaño y la estructura de la organización.

### **1.3.4.3 Requisitos de la norma ISO 9001**

La ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.

### **1.3.5 NORMA ISO 14001<sup>8</sup>**

Todas las empresas que reciban esta certificación deberán comprometerse a seguir los estándares de operación y cuidado con el medio ambiente que el sistema ISO genere. Esta norma fue instaurada en el mundo a partir de octubre de 1996 y desde 1997 en Chile.

Existen 5 aspectos principales que rigen la operación del sistema ISO 14001:

a) Política ambiental: de acceso público y definido por la alta gerencia, debe ser acorde al tamaño y a las posibilidades de la empresa, cumplir con la ley vigente e incluir los conceptos de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación. Debe ser comunicada a todos los empleados, proporciona el marco para el desarrollo del sistema de gestión ambiental.

b) Planificación: Buscar e identificar posibles impactos ambientales para cada tipo de actividad laboral buscando arropar la totalidad de procedimientos de operación.

---

<sup>8</sup> NTC. (2004). SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001. Available from Sistema de Mejora Continua [http://www.sistemademejoracontinua.com.co/ntc\\_iso\\_14001\\_2004.pdf](http://www.sistemademejoracontinua.com.co/ntc_iso_14001_2004.pdf)

c) Implementación y operación: Todas las normas que se generen se deben comunicar a la totalidad de los empleados de una empresa.

d) Verificación y acción correctiva: se deben inspeccionar periódicamente las actividades para corroborar la aplicación de las normas y leyes, y también generar acciones correctivas en caso de ser necesarias.

e) Revisión de la gerencia: la alta gerencia debe revisar el sistema de gestión ambiental periódicamente, en un proceso que asegure contar con la información requerida, y considerar cambios a la luz de los resultados, en caso de ser necesario.

#### **1.3.5.1 Qué Organizaciones o Empresas pueden beneficiarse de ISO 14001<sup>9</sup>**

Todas las empresas que quieran:

- Ganar credibilidad con respecto a actividades de bajo impacto al medio ambiente.
- Mejorar su imagen dentro de la industria para lograr ser más competentes.
- Estar presentes en la mayoría de mercados manteniendo un estándar mundial.

Los beneficios potenciales asociados a un SGA efectivo incluyen

---

<sup>9</sup> Publicaciones, T. (2004). ANALISIS DE POLITICAS PUBLICAS 2 (Reporte). (2).  
<http://html.rincondelvago.com/norma-iso-14001.html>

- Asegurar a los clientes que existe un compromiso para una gestión ambiental demostrable;
- Mantener buenas relaciones públicas / comunitarias;
- Satisfacer los criterios del inversionista y mejorar el acceso al capital;
- Obtener seguros a costo razonable;
- Mejorar la imagen y la participación en el mercado;
- Cumplir los criterios de certificación del vendedor:
- Mejorar el control de costos;
- Reducir los incidentes que puedan resultar en responsabilidades legales;
- Demostrar un cuidado razonable;
- Conservar los materiales y energía de entrada;
- Facilitar la obtención de permisos y autorizaciones;
- Fomentar el desarrollo y compartir las soluciones ambientales;
- Mejorar las relaciones industria-gobierno.

#### **1.4 POLITICAS DE LA EMPRESA.<sup>10</sup>**

Las políticas de Halliburton quieren lograr compromiso para que cada trabajador pueda ser competente y consistente al momento de prestar cualquier servicio de la mano a las necesidades del cliente.

Halliburton está completamente comprometida con la seguridad en entrega de herramienta y prestación de servicios de la mano a los más altos estándares que maneja la industrial y satisfacer de este modo las necesidades del cliente de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos previamente, a tiempo y con los precios pactados.

El principal mecanismo responsable de todos los procesos dentro de la compañía es el HALLIBURTON MANAGEMENT SYSTEM (HMS) el cual se utiliza como mecanismo de desarrollo interno de la gestión del sistema de procesos, normas, métodos de trabajo y formularios utilizados para definir la forma de realizar un respectivo trabajo dentro de Halliburton.

HMS abarca las cuatro principales disciplinas operativas dentro de Halliburton: calidad, salud, seguridad y medio ambiente. Todos los procesos contenidos dentro de estas disciplinas se gestionan integralmente por el HMS e individual en sus respectivos subsistemas.

Este manual está dirigido por todos los requisitos necesarios para un sistema de gestión global de Halliburton en todas las disciplinas del HMS de acuerdo con la norma ISO 9001:2008, TS 29001:2010 Q1/ISO API, API Q2: 2010, ISO 14001:2004, API RP 75:2004 y OHSAS 18001:2007.

---

<sup>10</sup> HALLIBURTON, C. t. (2012). Company policy (Octubre 15 ed., pp. 2). Houston, TX.

Es responsabilidad del vicepresidente de Salud, seguridad, y ambiente, y calidad del servicio (HSE & SQ) determinar anualmente las estrategias definiendo el enfoque de la compañía y las responsabilidades de los gerentes.

Es responsabilidad del vicepresidente global de cada línea de servicio y del vicepresidente global de soporte de cada línea establecer los estándares de HMS y competencias para encaminar la fuerza de trabajo a ser consistente en el desarrollo de sus actividades de acuerdo a sus metas.

Es responsabilidad del director global de aseguramiento y ejecución de procesos (SQ), el vicepresidente regional, y el vicepresidente global de cada línea de servicio evaluar la efectividad del HMS con respecto a cumplimiento de los estándares industriales y satisfacción de las necesidades del cliente.

Es la responsabilidad de los gerentes de entrenar adecuadamente los empleados y establecer sus competencias en los procesos importantes para permitirles ejecutar su trabajo de manera segura y efectiva.

Los gerentes también son responsables de repartir el liderazgo y compromiso ambiental del desarrollo y ejecución de los procesos y el manejo del cambio para desviaciones del mismo, incluyendo planes de acción para identificar y corregir no conformidades. Ellos también son responsables por la comunicación y soporte de nuestra "STOP WORK AUTHORITY". (Responsabilidad de cada empleado de parar cualquier actividad que represente un peligro).

## **2 IMPORTACION DE EQUIPO DE SERVICIOS.**

### **2.1 MECANISMOS DE IMPORTACION INTERNA DE EQUIPO.**

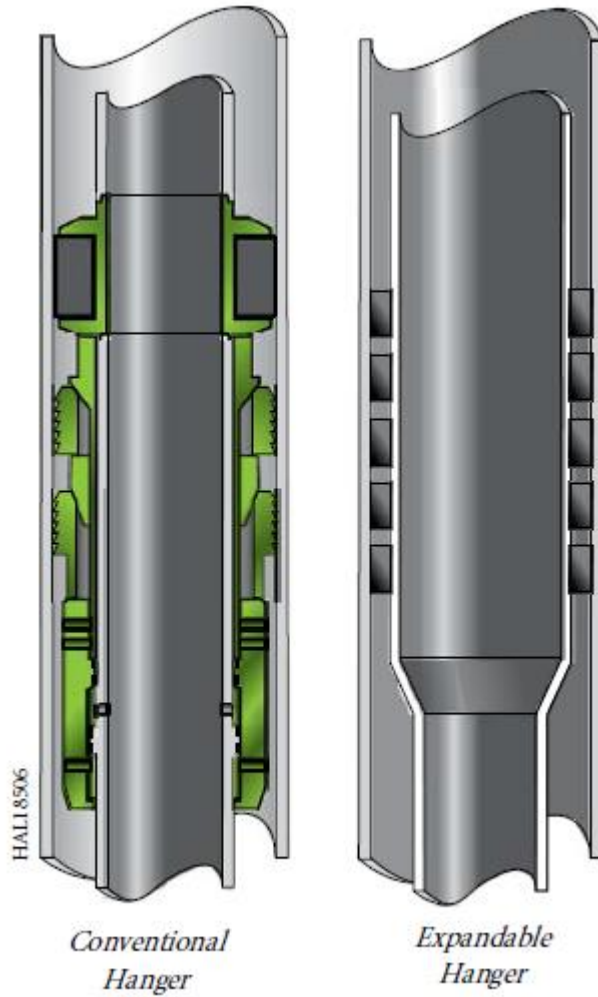
El sistema SAP es parte importante en este proceso, es de vital importancia que cada línea maneje un stock actualizado constantemente y que garantice disponibilidad tanto de venta como de operación.

- La utilización del sistema SAP será para determinación de existencias, será de uso exclusivo del personal Bussines developer, o jefes de servicio.
- Cuando existe la necesidad de comprar nuevo equipo de servicio se navega dentro del sistema SAP en busca de existencias de herramienta dentro del país, si se encuentran existencias el personal “bussines developer” crea la orden de compra al stock central en Bogotá.
- Si la herramienta no se encuentra disponible en el país, la búsqueda en SAP se amplía orden internacional la cual buscara dentro de los stocks principales de cada país que tenga presencia de Halliburton. Si las herramientas que el cliente necesita son de alquiler los costos de legalización y transporte se dividirán entre el cliente y la compañía. Para cubrir con los procedimientos de legalización en la aduana, y el alquiler de la herramienta de servicio será un ingreso al stock que lo presta.

### 3 DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA.

#### 3.1 VERSAFLEX EXPANDABLE LINER HANGER.<sup>11</sup>

Figura 3. Liner hanger



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10).  
Carrolton Tx.

---

<sup>11</sup> HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrolton Tx.

Exteriormente consiste en una junta de casing que puede variar en sus diámetros, la cual tiene externamente inserciones de un material plástico muy resistente y capaz de brindar sello llamado elastómeros (3-5 unidades dependiendo del diámetro del liner).

Su diseño:

- Elimina la necesidad de un empaque de aislamiento en el tope del liner.
- Es un sistema de completamiento menos complejo.
- Más confiabilidad que los empaques mecánicos.
- No contiene partes móviles.
- No contiene puertos hidráulicos expuestos.
- Minimiza operaciones remediales de tope de liner.
- Elimina el daño del casing previo.

### **3.1.1 CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS**

Los “colgadores” versaflex cuentan con una serie de elastómeros que se expanden hidráulicamente garantizando sello y aislamiento de las dos zonas.

El diseño de los elastómeros permite circulación por todo el anular en busca de un flujo más homogéneo alrededor del empaque y así mejores cementaciones futuras. Debido a la ausencia de cuñas este tipo de colgadores también tiene la habilidad de ser recíprocado en caso de querer brindar homogeneidad en la cementación, o trabajar la sarta en caso de pegadas.

### **3.1.2 FUNCIONAMIENTO**

El elemento que brinda sello y agarre mientras se realiza el proceso de la cementación del liner que se desea “colgar” es el elastómero, cuyo funcionamiento consiste en llegar a la posición indicada según las correlaciones en profundidad basadas en los registros de pozo, luego permitir la circulación del cemento hasta el tope del liner, y por ultimo expandirse gracias al desplazamiento interno de el “cono de expansión” que se mueve gracias a presiones mayores a las 3500 psi.

### **3.1.3 CUIDADOS**


- Los elastómeros no pueden almacenarse a la intemperie.
- Deben estar protegidos contra golpes y rayones.
- Se deben cubrir con una película delgada de aceite plástico.

- **Figura 4. Liner Hanger Portafolio.**

System Size in. (mm)	Parent Casing Weight lb/ft (kg/m)	Elastomer OD in. (mm)	Tieback Receptacle ID in. (mm)	Tieback Length in. (cm)
7 5/8 × 9 7/8 (193.7 × 250.83)	62.8 (93.46)	8.31 (211.07)	7.750 (196.85)	116.50 (295.91)
7 3/4 × 10 3/4 (196.85 × 273.05)	55.5 (82.60)	9.625 (235.331)	8.404 (213.331)	125.34 (318.364)
	60.7 (90.34)	9.625 (235.331)	8.404 (213.331)	125.34 (318.364)
9 5/8 × 11 5/8 (244.5 × 298.45)	54 (80.36)	10.46 (265.684)	9.755 (247.777)	166.0 (421.64)
	60.0 (89.28)	10.504 (266.80)	9.659 (245.330)	43.155 (109.614)
9 5/8 × 11 3/4, 11 7/8 (244.5 × 298.45, 301.63)	65 (96.72)	10.36 (263.14)	9.659 (245.330)	43.155 (109.614)
	71.8 (106.84)	10.36 (263.14)	9.659 (245.330)	43.155 (109.614)
11 7/8 × 13 3/8, 13 5/8, 14.0 (301.63 × 339.7, 346.08, 355.60)	61 (90.77)	12.14 (308.36)	11.475 (291.465)	43.585 (110.706)
	68 (101.18)	12.14 (308.36)	11.475 (291.465)	43.585 (110.706)
	72 (107.14)	12.14 (308.36)	11.475 (291.465)	43.585 (110.706)
	88.2 (131.24)	12.14 (308.36)	11.475 (291.465)	43.585 (110.706)
16 × 20 (346.08 × 508.00)	129.33 (192.47)	17.545 (445.640)	N/A	N/A
	133.0 (197.94)	17.510 (444.75)	N/A	N/A
	147.0 (218.77)	17.510 (444.75)	N/A	N/A
	169.0 (251.51)	17.415 (442.34)	N/A	N/A

For sizes or service not listed, contact your local Halliburton representative.

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrollton Tx



**VersaFlex® Expandable Liner System Portfolio**

System Size In. (mm)	Parent Casing Weight lbf/ft (kg/m)	Elastomer OD In. (mm)	Tieback Receptacle ID In. (mm)	Tieback Length In. (cm)
3 1/2 X 5 1/2 (88.9 X 139.7)	15.5 (23.06)	4.810 (122.174)	4.192 (106.477)	29.75 (75.565)
	17.0 (24.18)	4.750 (120.65)	4.141 (105.181)	29.75 (75.565)
	20 (26.48)	4.629 (117.577)	4.041 (102.641)	29.75 (75.565)
	23 (34.22)	4.513 (114.63)	3.946 (100.228)	29.75 (75.565)
	26 (38.68)	4.384 (111.354)	3.839 (97.511)	29.75 (75.565)
5 X 7 (127 X 177.8)	23 (34.22)	6.12 (155.45)	5.250 (133.35)	95.0 (241.3)
	26 (38.68)	6 (152.4)	5.250 (133.35)	107.49 (273.025)
	29 (43.15)	5.87 (149.1)	5.250 (133.35)	94.996 (241.29)
	32 (47.62)	5.87 (149.1)	5.250 (133.35)	94.996 (241.29)
	35 (52.08)	5.740 (138.94)	5.125 (130.17)	95.10 (244.094)
5 1/2 X 7 (139.7 X 177.8)	20 (26.48)	6.245 (158.62)	5.250 (133.35)	94.3 (239.522)
	23 (34.22)	6.155 (156.34)	5.250 (133.35)	95.0 (241.3)
	26 (38.68)	6.055 (153.80)	5.250 (133.35)	107.49 (273.025)
5 1/2 X 7 5/8 (139.7 X 193.8)	29.7 (44.19)	6.49 (164.85)	5.750 (146.05)	94.3 (239.522)
	33.7 (50.15)	6.490 (164.85)	5.750 (146.05)	94.3 (239.522)
	39 (58.03)	6.37 (161.8)	5.750 (146.05)	91.75 (233.045)
7, 7 5/8 X 9 3/8 (177.8, 193.7 X 238.1)	39 (58.03)	8.36 (212.34)	7.750 (196.85)	116.50 (295.91)
7, 7 5/8 X 9 5/8 (177.8, 193.7 X 244.5)	36 (53.58)	8.531 (216.69)	7.750 (196.85)	118.0 (299.72)
	40 (59.3)	8.36 (212.34)	7.750 (196.85)	116.50 (295.91)
	43.5 (64.80)	8.36 (212.34)	7.750 (196.85)	116.50 (295.91)
	47 (69.94)	8.31 (211.07)	7.750 (196.85)	116.50 (295.91)
	53.5 (79.61)	8.31 (211.07)	7.750 (196.85)	116.50 (295.91)

**Figura 4 continuación.**

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10).  
Carrolton Tx

## 3.2 HYDRAULIC SETTING TOOL

**Figura 5. Hydraulic Setting Tool.**



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrolton Tx

La herramienta diseñada específicamente para expandir los elastómeros (setting), es la hydraulic setting tool, la misma se encarga de ser un sello apropiado para cementar, y transferir la carga del liner a la sarta de trabajo, también indicadores de expansión, y distintos mecanismos de operación y liberación.

### 3.2.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS.

- Válvula crossover que permite mayor uniformidad al flujo en el momento de la expansión.
- Ensamblaje del cono de expansión, que permite sellar metal con metal generando así energía para desplazar el cono y por lo tanto expandir los elastómeros.
- Ensamblaje del collet mandrel, permite transferir la carga de toda la sarta de liner a la tubería de perforación, evitando esfuerzos en zonas débiles.
- Permite lavar y limar durante su despliegue.
- Altas ratas de circulación y grandes presiones.
- Permite reciprocarse y rotar durante la cementación.

- Puertos tolerantes a los ripsos.
- Mecanismos de liberación eficaces.
- Mecanismos de liberación de contingencia.

### 3.2.2 PORTAFOLIO

Figura 6. Hydraulic Setting Tool Portafolio.

Tool Types	Sizes	Primary Applications	Distinguishing Features
Standard	5 in. x 7 in. 5 1/2 in. x 7 5/8 in. 7 5/8 in. x 9 5/8 in.	Drilling liners Production liners	Internal piston design Primary expansion by ball set (rupture disk) Threaded mandrel connections Weight down contingency release
Flapper-Set Tool	9 5/8 in. x 11 3/4 in. 9 5/8 in. x 11 7/8 in. 11 7/8 in. x 13 3/8 in.	Drilling liners Production liners Tight tolerance liners Drill-In liners	Internal piston design Primary expansion by flapper valve (secondary ball set) Threaded mandrel connections Weight down contingency release
High Torque Tool	5 in. x 7 in. 5 1/2 in. x 7 5/8 in. 7 5/8 in. x 9 5/8 in.	Drilling liners Production liners Drill-In liners	Internal piston design Pinned mandrel connections Primary expansion by flapper valve Two redundant setting methods Left hand J-slot contingency release
ECD	7 5/8 in. x 9 5/8 in.	Drilling liners Production liners	External piston modules Primary expansion by plug bump Redundant setting (ball drop) Castellated mandrel connections Weight down contingency release
Big Bore	16 in. x 20 in.	Drilling liners Production liners Tight tolerance liners Drill-In liners	External piston modules Primary expansion by ball set Castellated mandrel connections Weight down contingency release
Open Hole Horizontal	4 1/2 in. x 7 in. 7 5/8 in. x 9 5/8 in.	Non cemented liners Screen Installations Drop off liners Slotted/perforated liners	Internal piston design Primary expansion by ball drop Threaded mandrel connections Weight down contingency release

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10).  
Carrolton Tx

Los mecanismos disponibles en el mundo son: estándar, flapper sistem, high torque, ECD, big bore, open hole. Pero los cuatro tipos de herramientas disponibles en Colombia actualmente son: estándar, flapper sistema, high torque, y big bore sistema.

### **3.2.3 ESTÁNDAR SETTING TOOL**

Apta para corrida de liner de producción y perforación, y su principal mecanismo de expansión es por medio de la “Bola de expansión y el sistema de discos de ruptura”, la cual es una esfera maciza metálica, la cual encaja a la perfección dentro de la “ball seat” brindando sello metal metal, el cual sirve para incrementar la presión y expandir los elastómeros; la bola es lanzada por el operador desde superficie dentro de la sarta de perforación.

Cuenta con un mecanismo de liberación de contingencia que actúa mediante la aplicación de peso sobre la sarta.

### **3.2.4 FLAPPER SETTING TOOL**

Aplica para correr liners de perforación, producción, tipo tight tolerance, y drill in.

Su mecanismo principal de expansión, es la flapper valve, la cual es una camisa que se cierra con el desplazamiento interno de un pisto, permitiendo así incrementar la presión, el otro tipo de expansión es por medio de la “Bola de

expansión y el sistema de discos de ruptura”, la cual es una esfera maciza metálica, la cual encaja a la perfección dentro de la “ball seat” brindando sello metal metal, el cual sirve para incrementar la presión y expandir los elastómeros; la bola es lanzada por el operador desde superficie dentro de la sarta de perforación.

Cuenta con un mecanismo de liberación de contingencia que actúa mediante la aplicación de peso sobre la sarta.

### **3.2.5 HIGH TORQUE SETTING TOOL**

Apta para correr liners de perforación, producción y drill in. Su principal característica es que cuenta con conexiones entre mandriles pinadas las cuales incrementan de gran manera su resistencia al torque.

Su mecanismo principal de expansión, es la flapper valve, la cual es una camisa que se cierra con el desplazamiento interno de un pisto, permitiendo así incrementar la presión, el otro tipo de expansión es por medio de la “Bola de expansión y el sistema de discos de ruptura”, la cual es una esfera maciza metálica, la cual encaja a la perfección dentro de la “ball seat” brindando sello metal metal, el cual sirve para incrementar la presión y expandir los elastómeros; la bola es lanzada por el operador desde superficie dentro de la sarta de perforación.

Cuenta con dos mecanismos de liberación de contingencia que actúan con la aplicación de peso, y movimiento en J.

### **3.2.6 BIG BORE**

Aplica para correr liners de perforación, producción, tipo tight tolerance, y drill in.

Uso exclusivo para liners de 16-20 pulgadas. Su principal mecanismo de expansión es por medio de la “Bola de expansión y el sistema de discos de ruptura”, la cual es una esfera maciza metálica, la cual encaja a la perfección dentro de la “ball seat” brindando sello metal metal, el cual sirve para incrementar la presión y expandir los elastómeros; la bola es lanzada por el operador desde superficie dentro de la sarta de perforación.

Cuenta con un mecanismo de liberación de contingencia que actúa mediante la aplicación de peso sobre la sarta.

### **3.2.7 CUIDADOS**

Todas las herramientas deben ser desarmadas y lavadas después de cada corrida, además de ser inspeccionadas cuidadosamente en todas sus partes, en busca de daños a las roscas, fracturas, o ralladuras. El almacenamiento de las piezas no puede ser a la intemperie, y deben permanecer lubricadas.

### **3.3 VERSAFLEX PLUG ASSEMBLY.**

El “versaflex plug assembly” es un dardo limpiador que funciona como tapón de desplazamiento en operaciones de cementación de liners, por su diseño y configuración de materiales provee un excelente espaciado entre fluidos, impidiendo contaminación de los mismos.

El plug assembly no trabaja por sí solo, trabaja con un conjunto de herramientas como el “wiper dart”, y el “landing collar”.

### 3.3.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS

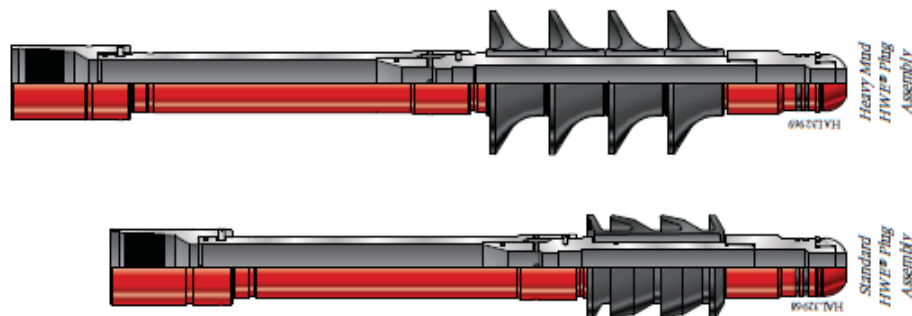
- Integra un sistema swivel que implementa propiedades de “equalicer”.
- Cuenta con diseño de liberación dual para garantizar el lanzamiento y posterior desplazamiento de fluidos.
- Incorpora un tubo espaciador el cual se encarga de almacenar por completo el “wiper dart” y así evitar el ingreso de ripios que impidan el eficaz desplazamiento del fluido.
- Diseñado para los diámetros de casing más comunes.
- Su diseño está determinado para incorporarse a un “landing collar”.

Existen dos tipo:

- Estándar para lodos de densidad < 16 ppg
- Heavy mud lodos de densidad > 16ppg

### 3.3.2 FUNCIONAMIENTO

**Figura 7. Wiper Plug.**



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrollton Tx

El “wiper plug assembly” es instalado en la parte inferior de la “hydrahullic setting tool” e ingresa directamente en el liner que será “colgado”, una vez se ha llegado a

la profundidad y posición deseada para el liner el “wiper dart” enganchara en el incrementando la presión hasta unos 3500 psi los cuales lo desengancharan y comenzaran el desplazamiento de fluido, posteriormente el “wiper plug” enganchara en el “landing collar” generando otro incremento de presión llamado “bump de los tapones” indicando el total desplazamiento y ubicación del cemento en la zona deseada.

### 3.3.3 CUIDADOS

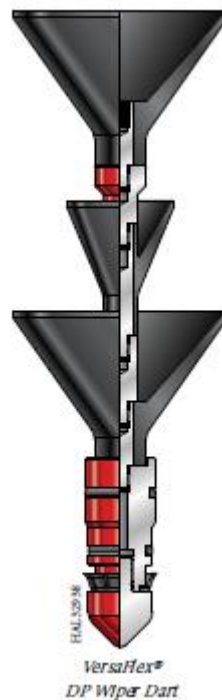
El “wiper plug assembly” es una herramienta que cuenta con aletas de goma las cuales se encargan de cumplir la principal función de la herramienta que es desplazar fluido evitando contaminaciones, por lo tanto son de especial atención al momento de almacenar el mecanismo o instalarlo para su uso:

- Mientras almacenado debe mantenerse siempre dentro de una caja protectora, cuya única característica importante es que sea de las dimensiones apropiadas y está ubicada en un lugar seco y fresco.
- Se debe evitar al máximo los golpes lo cuales pueden entorpecer el funcionamiento de las aletas.
- Chequear el número de pines deseados para la operación, puesto que su función es determinar la presión con la cual se desee liberar el “wiper plug assembly”.
- Su rosca debe permanecer con grasa multipropósito en instancias de almacenamiento, y al momento de instalar grasa para casing con cobre.
- Chequear correspondencia con el “wiper dart”, y “landing collar”.

### 3.4 VERSAFLEX WIPER DART.

Es un dardo limpiador de tubería de perforación, y sus tamaños se ajustan a todo tipo de diámetros de DP. Su finalidad es servir de tapón de desplazamiento del cemento dentro de la drill pipe, y ayudar a liberar y dar sello junto al “wiper plug assembly”

**Figura 8. Wiper Dart.**



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrolton Tx

### **3.4.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS.**

- Los “wiper dart versaflex” están diseñados para una larga variedad de tubería de perforación estándar.
- “wiper dart versaflex” para escenarios de sartas de perforación mixtas también están disponibles.

### **3.4.2 FUNCIONAMIENTO**

Su instalación consiste en introducirlo en el cabezal de cementación y ser liberado inmediatamente después de la lechada para desplazar la misma, una vez alcanza el “wiper plug assembly” hará sello incrementando la presión hasta la deseada para liberar el mismo, y continuar desplazándose hasta enganchar en el “landing collar versaflex” generando un segundo incremento e presión, indicando el completo desplazamiento de fluido.

### **3.4.3 CUIDADOS**

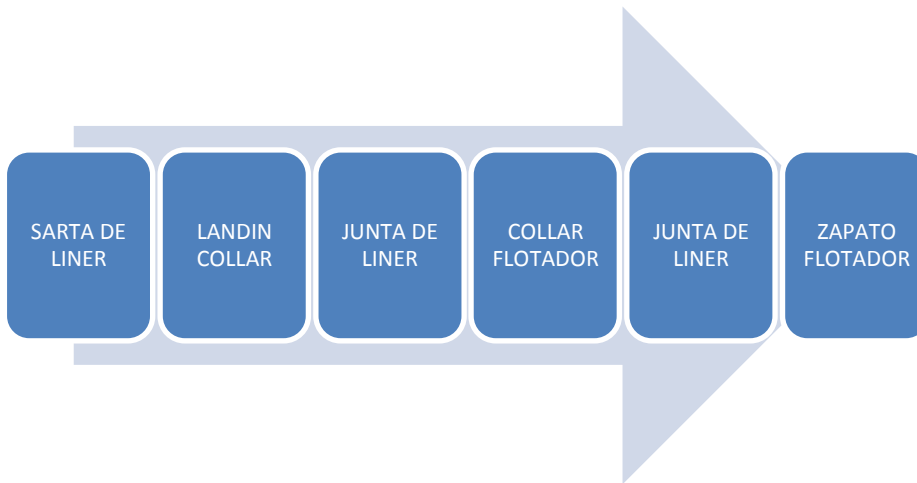
El “wiper dart assembly” es una herramienta que cuenta con aletas de goma las cuales se encargan de cumplir la principal función de la herramienta que es desplazar fluido evitando contaminaciones, por lo tanto son de especial atención al momento de almacenar el mecanismo o instalarlo para su uso:

- Mientras almacenado debe mantenerse siempre dentro de una caja protectora, cuya única característica importante es que sea de las dimensiones apropiadas y está ubicada en un lugar seco y fresco.

- Se debe evitar al máximo los golpes lo cuales pueden entorpecer el funcionamiento de las aletas.
- Chequear correspondencia con el “wiper plug”.

### 3.5 EQUIPO DE FLOTACION.

**Figura 9. Instalación Equipo de Flotación.**



12

Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

### 3.6 LANDING COLLAR.

El “landing collar versaflex” esta exclusivamente diseñado para trabajar en conjunto con el “landing collar versaflex” brindando sello positivo después del

---

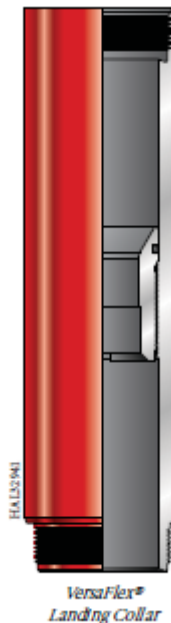
<sup>12</sup> GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

completo desplazamiento del fluido de cementación, y también cubren la demanda para una gran cantidad de tamaños de casing estándar.

El “landing collar versaflex” es una herramienta que cuenta con una reducción del diámetro interno la cual sirve para el enganche del “wiper plug versaflex”. Brindar sello e incrementar la presión dentro de la sarta en el “bump” de los tapones.

El “landing collar” pertenece a la sarta o equipo de flotación, y la configuración más habitual es

**Figura 10. Landing Collar.**



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrolton Tx

Zapato flotador, junta de liner, collar flotador, junta de liner, landing collar, y sarta de liner.

### **3.6.1 CARACTERISTIAS Y VENTAJAS**

- Diseñado únicamente para emparejar con “wiper plug assembly”.
- Su diseño permite un excelente sello positivo cuando se presenta en enganche del “wiper plug assembly”.
- Diseñado para los diámetros de casing más comunes.

### **3.6.2 CUIDADOS.**

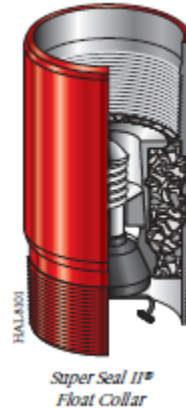
Esta es una herramienta muy resistente debido a que está diseñada para soportar esfuerzos grandes, y sus principales cuidados se limitan a:

- Mantener engrasadas sus roscas con grasa multiusos, y al momento de instalación locktight o cualquier fluido sellante de tubería sugerido por el técnico de tuberías.
- Mantener limpio y libre de cualquier ripio su ID el cual va a proporcionar sello.
- Evitar golpes.
- Ser almacenado en un lugar seco.

### **3.7 FLOAT COLLAR.**

El “float collar” pertenece a un grupo llamado equipo de flotación, el cual sirve para circular el cemento, y también evitar que el mismo se devuelva dentro de la sarta y permanezca en el anular. El equipo de flotación pertenece a la sarta de liner y su configuración más habitual y practica es, zapato flotador seguido de una junta de liner, seguido del float collar, seguido de otra junta de liner y luego el “landing collar versaflex” y continua toda la sarta de liner que se colgara.

**Figura 11. Float Collar.**



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrolton Tx

### **3.7.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS**

- Su diseño es muy resistente y está hecho para resistir grandes esfuerzos y permitir trabajar la sarta en caso de pegas o atrapamientos.
- Diseñado para gran variedad de tamaños de casing estándar.
- Cuenta con una válvula antiretorno, que evita regreso de cemento al interior de la tubería.

### **3.7.2 FUNCIONAMIENTO**

Después de su instalación según la configuración determinada por el operador, la operación del float collar es básica se limita a permitir el flujo unidireccional de los fluidos de trabajo en el pozo, y en caso puntual su principal función es servir como válvula antiretorno después de posicionar el cemento en su lugar apropiado.

### 3.7.3 CUIDADOS.

Esta es una herramienta muy resistente debido a que está diseñada para soportar esfuerzos grandes, y sus principales cuidados se limitan a:

- Mantener engrasadas sus roscas con grasa multiusos, y al momento de instalación locktite o cualquier fluido sellante de tubería sugerido por el técnico de tuberías.
- Mantener limpio y libre de cualquier ripio su ID porque es en este que se encuentra su válvula. (pieza más importante de la herramienta)
- Evitar golpes.
- Ser almacenado en un lugar seco.

### 3.8 FLOAT SHOE.

El zapato flotador jet de versaflex, aporta poder de remoción en la cara del pozo, limpiando excesos de ripios y mud cake para garantizar futuras cementaciones mejorando el comportamiento formación-cemento.

**Figura 12. Zapato Flotador.**



Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10).  
Carrollton Tx

Las altas tasas de circulación que permiten los puertos jet de este zapato flotador, permiten regímenes de flujo de las grandes velocidades garantizando flujo turbulento, que permite mejor remoción de escombros.

### **3.8.1 CARACTERISTICAS Y VENTAJAS**

- Aproximadamente el 40% del fluido que es bombeado es descargado a presión a través del fondo de la herramienta.
- Su diseño es muy resistente y está hecho para resistir grandes esfuerzos y permitir trabajar la sarta en caso de pegas o atrapamientos.
- Diseñado para gran variedad de tamaños de casing estándar.
- Cuenta con una válvula antiretorno, que evita regreso de cemento al interior de la tubería.

### **3.8.2 FUNCIONAMIENTO**

Después de su instalación según la configuración determinada por el operador, la operación del float shoe es básica se limita a dos cosas: permitir el flujo unidireccional de los fluidos de trabajo en el pozo, y en caso puntual su principal función es servir como válvula antiretorno después de posicionar el cemento en su lugar apropiado y segundo generar suficiente fuerza de remoción de escombros para garantizar calidad en la cementación.

### **3.8.3 CUIDADOS.**

Esta es una herramienta muy resistente debido a que está diseñada para soportar esfuerzos grandes, y sus principales cuidados se limitan a:

- Mantener engrasadas sus roscas con grasa multiusos, y al momento de instalación locktite o cualquier fluido sellante de tubería sugerido por el técnico de tuberías.
- Mantener limpio y libre de cualquier ripio su ID porque es en este que se encuentra su válvula. (pieza más importante de la herramienta)
- Evitar golpes.
- Ser almacenado en un lugar seco.

## **4 FASE COMERCIAL. (CLIENTES)**

### **4.1 GENERALIDADES DE VENTA.**

#### **4.1.1 LICITACIÓN.**

Dentro de la cobertura de clientes que maneja la compañía existe una base de datos manejada por los bussines developers la cual se actualiza constantemente con todos los procesos de licitación que inician dichas compañías operadoras que generan proyectos, en los cuales la compañía competirá con el fin de ofrecer la mejor solución a dichas necesidades.

Cuando una compañía anuncia un nuevo proyecto o necesidad de servicio, se inicia un proceso dentro de la empresa de búsqueda dentro de su stock de herramientas y personal, con el ideal de encontrar la mejor oferta de servicio.

Posteriormente se crea el portafolio con toda la información de equipo y personal calificado que aplica para este trabajo, y se le presenta al cliente.

**Nota:** en caso de no tener existencias del tipo de herramienta o personal se consulta por medio del sistema SAP en los stocks de los demás países, y de esta manera ofrecer una oportunidad de realización del trabajo.

#### **4.1.2 REUNIONES PREOPERACIONALES.**

Cuando el cliente escoge a la compañía para realizar su proyecto es momento de realizar reuniones preoperacionales, en las cuales se discuten aspectos como procedimientos, parámetros, y determinación de tiempos de operación.

### **5 ALISTAMIENTO E INSPECCION DEL EQUIPO.**

#### **5.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.<sup>13</sup>**

El equipamiento y operación de herramientas de fondo de pozo puede ser peligroso si no se toman las precauciones de seguridad. El movimiento de piezas pesadas y componentes mecánicos de la herramienta deben ser discutidos en una reunión previa a la operación. Los equipos que se deben utilizar a parte de la óptima capacitación del personal operador deben ser: cascos protectores, botas con punta de acero, lentes de seguridad, guantes para trabajo pesado, y protección auditiva también es requerida.

---

<sup>13</sup> HALLIBURTON, C. t. (2012). Basic Design and Maintenance Instructions. In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12OO6010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.

## 5.2 EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

Asegúrese de que todos los EPP están en buen estado y usándose.

**Herramientas manuales:** todas las herramientas manuales deben estar limpias y en buenas condiciones operativas, los martillos y cinces no deben tener cabezas ovaladas las cuales se puedan resbalar mientras se golpea. Asegúrese también de que las herramientas no estén resbalosas lo cual puede evitar muchos accidentes.

**El cabello** debe estar completamente cubierto o portado de manera tal que se prevenga su exposición al peligro de atrapamiento.

**No uso de joyería,** brazaletes, cadenas, aretes, collares, anillos, relojes de pulso, etc.

**Ropa,** no se debe usar ropa que exponga al personal al peligro de atrapamiento, esto incluye ropa suelta o no ajustada. Prohibido el uso de cordones, bufandas, o pañoletas.

**Objetos pesados,** no levante objetos que pesen más de 35Lb sin utilizar equipo o asistencia adicional de otras personas. Asegúrese de utilizar una técnica apropiada de levantamiento de objetos, y obtener ayuda si es necesario. Use equipo de levantamiento apropiado tal como eslingas, montacargas, poleas, etc. Verifique el estado de estos últimos antes de hacer su uso.

**Equipo de levantamiento,** cuando se utiliza este equipo preste especial atención al lugar en que se sujetan las eslingas, asegúrese de que el equipo este balanceado, proteja los lugares delicados del equipo, así como nunca sujete los ganchos de las roscas.

**Puntos de atascamiento,** cuando se manipula la herramienta, mantenga las manos y dedos lejos de las conexiones roscadas y de entre las partes móviles. Algunos ensamblajes tienen partes internas móviles.

**Objetos afilados**, el ensamblado tiene varios componentes que pueden cortar la piel, nunca deslice sus dedos sobre estas superficies o a lo largo de las conexiones y fillos. Utilice siempre guantes antes de operar cualquiera de estos instrumentos,

**Químicos**, mantenga los químicos alejados del equipo para asegurar que no son peligrosos cuando son inhalados o de otro modo absorbidos por el cuerpo, cualquier químico peligroso debe ser identificado y aislado al contacto con el personal.

**Derrames**, el derrame de cualquier fluido debe ser limpiado de inmediato para evitar peligros de resbalarse.

**Altas presiones**, las altas presiones pueden ser utilizadas mientras se desempeñan pruebas de presión, las pruebas de presión generan potenciales disparos de proyectiles en caso de ocurrir una falla. Mantenga el equipo de prueba en óptimo estado. Identifique goteos débiles y remueva la mayor cantidad de aire posible del sistema. Evacue el área cuando una prueba se lleva a cabo. Restrinja la presencia de personal no esencial del área de prueba.

### 5.3 PREPARACION DEL TRABAJO.

- ✚ Todos los componentes deben estar visualmente inspeccionados antes de su ensamblado. Todas las superficies de sello deben estar libres de rasguños y deben estar pulidas para remover superficies afiladas y proveer una superficie suave para evitar daño a los sellos durante la operación.
- ✚ Inspecciones las superficies sellantes de cualquier síntoma de corrosión, si se encuentra esto la pieza debe ser reemplazada inmediatamente.
- ✚ Todos los componentes deben estar dimensionalmente inspeccionados, por su OD, ID y longitudes para confirmar que estas dimensiones estén de acuerdo a las especificaciones. Estas dimensiones deben ser escritas en una hoja de medidas que luego se deberán archivar.
- ✚ Los códigos SAP de cada pieza deben ser diligenciados en el SARPac.

- ✚ Cualquier daño o desviación de las especificaciones debe ser aprobado por un tecnólogo VersaFlex ®.

#### **5.4 MANTENIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS DE CORRIDA.**

- ✚ los componentes de las herramientas de corrida no deben ser limpiados con ácido u cualquier otro agente corrosivo.
- ✚ El historial de mantenimiento de cada herramienta debe ser llevado en un archivo que sea actualizado en todo momento.
- ✚ Después de todo proceso de limpieza todos los componentes deben ser engrasados para evitar cualquier intento de corrosión.

#### **5.5 INSPECCION, Y REEMPLAZO DE EQUIPO “REDRESS”.**

- ✚ En cada mantenimiento reemplace todos los elastómeros, y sets de tornillos.
- ✚ Asegúrese de que todos los remanentes de los pines de cizallamiento sean removidos durante el proceso de “redress” (alistamiento de empaques y piezas menores)
- ✚ Limpie todos los pines y roscas antes del ensamblado.
- ✚ Tome nota de todas las superficies de sello para asegurarse de que ningún residuo este en esas superficies, también asegúrese de que estas superficies estas protegidas mientras su manipulación.
- ✚ No deforme secciones delgadas de los mandriles o conexiones tipo caja con las prensas estáticas.
- ✚ Siempre soporte los espacios libres con apoyos ajustables, mientras se sujeta a la prensa estática.
- ✚ Siempre utilice grasa durante el ensamblado y asegúrese de que todas las roscas estén lubricadas.

- ✚ **NOTA:** las conexiones o roscas son de tres tipos, torqueado manual, torqueado con prensa, o torqueado a máquina. Tenga en cuenta siempre este aspecto.

## 5.6 HERRAMIENTAS NECESARIAS.

- ✚ **Prensas estáticas.**
- ✚ **Polipasto.**
- ✚ **Eslinga de cadena.**
- ✚ **Llave de cadena.**
- ✚ **Destornilladores punta plana.**
- ✚ **Llave Allen.**
- ✚ **Llave de tubo.**
- ✚ **Martillo.**
- ✚ **Cepillo.**
- ✚ **Lima.**
- ✚ **Loctite 620 para conexiones.**
- ✚ **Pincel de engrasar.**
- ✚ **Grasa.**

## 5.7 NOTAS DE PREENSAMBLADO.

- ✚ Asegúrese de que todas las piezas estén limpias y libres de ralladuras.
- ✚ Limpie y engrase todas las roscas y empaques o-rings como subensambles.
- ✚ Complete todos los subensambles de la herramienta antes de realizar su armado.
- ✚ Instale los o-rings y backup seals en cada parte de los subensambles.

## 5.8 ALISTAMIENTO DE LA HERRAMIENTA.

1. Ubique el “collet mandrel” en una prensa, con cuidado de no dañar ninguna superficie sellante.
2. Engrase e instale los o-rings y los back-up rings en el collet mandrel y dentro de la camisa retenedora. (retainer sleeve)
3. Lubrique con una película delgada en el final inferior del “collet mandrel” y el ID de la “retainer sleeve”.
4. Instale la “retainer sleeve” sobre el tope inferior del “collet mandrel” hasta que se alineen los orificio de los pines de cizallamiento. Instale la cantidad apropiada de pines de cizallamiento.

**Tabla 1. Posicionamiento Pines de Cizallamiento. “Collet Mandrell”.**

<b>Numero de pines</b>	<b>Posicionamiento (grados)</b>	<b>Presión de cizallamientos 940psi por PIN (psi)</b>
<b>1</b>	<b>-</b>	<b>940</b>
<b>2</b>	<b>160</b>	<b>1880</b>
<b>3</b>	<b>120</b>	<b>2820</b>
<b>4</b>	<b>120,80,80,80</b>	<b>3760</b>
<b>5</b>	<b>80,80,80,80,40</b>	<b>4700</b>
<b>6</b>	<b>40,40,80,40,40,80</b>	<b>5640</b>
<b>7</b>	<b>40,40,80,40,40,80,40</b>	<b>6580</b>
<b>8</b>	<b>40,40,40,40,40,40,40,80</b>	<b>7520</b>
<b>9</b>	<b>40</b>	<b>8460</b>

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Basic Design and Maintenance Instructions.

In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12006010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.

5. Engrase en instale el o-ring y los backup rings dentro de él “lower ball seat”.
6. Lubrique con una película delgada el ID de el “collet retainer adapter” y el OD de el “lower ball seat”.
7. Instale el “lower ball seat dentro de el “collet retaining adapter”. Asegúrese que el “ball seat” está instalado en la dirección apropiada.
8. Engrase en instale los o-ring y los back up rings dentro del “collet retainer adapter” y el o-ring y los backup rings en el “collet adapter retainer”
9. Instale el “collet retainer adapter” dentro del “collet mandrel”. Instale los tornillos dentro del “collet retainer adapter” y el “collet mandrel”.
10. Deslice la “camisa de cizallamiento” dentro del “collet retainer adapter”. No instale los pines esta vez. Asegúrese de que la camisa está instalada de manera correcta.
11. Instale la extensión del “crossover” dentro del “collet retaining adapter”. Los “back-up rings” se instalan y terquee la extensión del “crossover” al “collet retaining adapter” según los valores listados en la lista de especificaciones de las piezas.
12. Alinee los hoyos en la camisa de cizallamientos y el “collet retaining adapter” e instale la cantidad apropiada de pines de cizallamientos.

**Tabla 2. Posicionamiento Pines de Cizallamiento “Collet Retaining Adapter”**

<b>Numero de pines</b>	<b>Posicionamiento (grados)</b>	<b>Presión de cizallamientos (psi)</b> <b>940psi por PIN</b>
<b>1</b>	<b>-</b>	<b>12000</b>
<b>2</b>	<b>180</b>	<b>24000</b>
<b>3</b>	<b>135</b>	<b>36000</b>
<b>4</b>	<b>90</b>	<b>48000</b>
<b>5</b>	<b>90,90,90,90,45</b>	<b>60000</b>
<b>6</b>	<b>45,45,90,45,45,90</b>	<b>72000</b>
<b>7</b>	<b>45,45,45,45,45,45,90</b>	<b>84000</b>

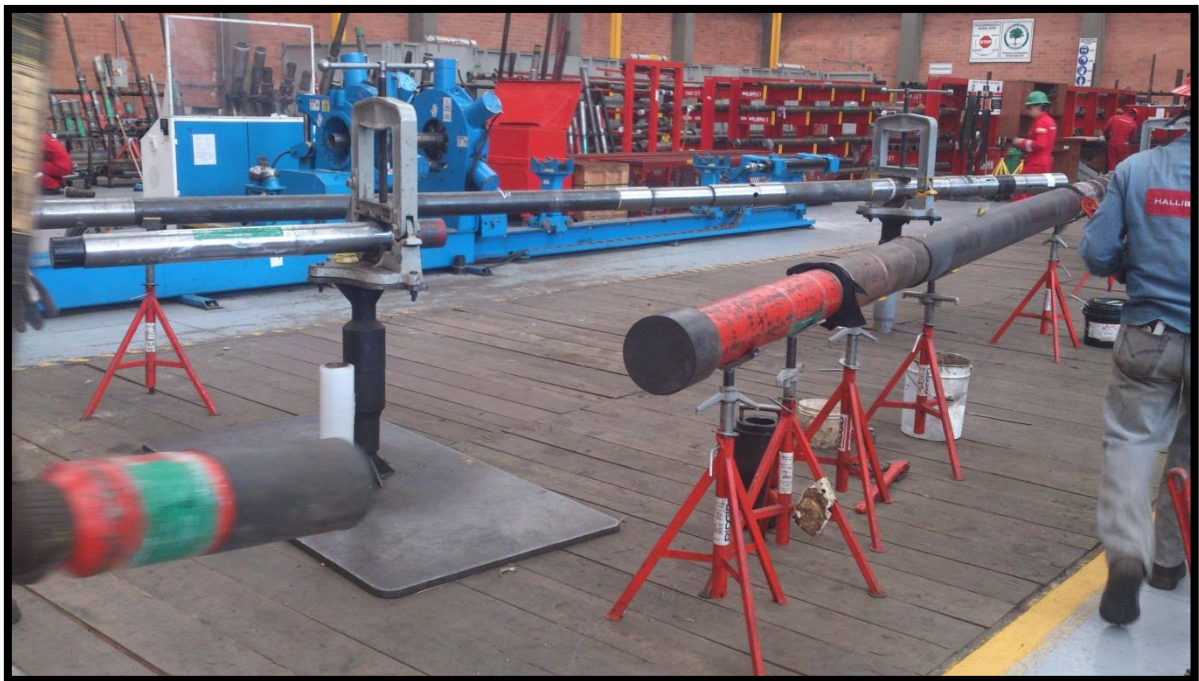
<b>8</b>	<b>45</b>	<b>96000</b>
----------	-----------	--------------

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). Basic Design and Maintenance Instructions.  
In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12OO6010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.

13. Ubique la “upper setting sleeve” en una prensa.
14. Engrase el ID de la “upper setting sleeve”. (no aplique grasa o algún otro lubricante en las roscas de la “upper setting sleeve”. Loctite 620 será aplicado en las roscas antes de su roscado.
15. Engrase el OD del collet.
16. Inserte el “collet” dentro de la “upper setting sleeve” en su tope final, alinee los dedos del “collet fingers” con los puertos internos de la “upper setting sleeve”. Empuje el “collet” hasta que los dedos del “collet fingers” se encuentren con el puerto del “adapter”.
17. Instale el “collet mandrel” dentro del final inferior de la “upper setting sleeve”, alinee los puertos del “collet retainer adapter” con los dedos del “collet fingers” y empuje hasta que el “collet retainer adapter” choque contra el “collet fingers”.
18. Instale el “lower setting sleeve” sobre el final inferior y ajústelo dentro de la “upper setting sleeve”.
19. Reposicione el ensamblaje en la prensa, agarrando el “crossover adapter”. Sopórtelo como sea necesario.
20. Aplique una cantidad razonable de grasa sobre el ID de los “locking dogs”. Ubique los “locking dogs” dentro del “collet mandrel” y ajústelos contra el tope final del “collet”. Instale dos “resortes-spring” dentro de las cavidades de los “locking dogs”.
21. Inserte un “o-ring” dentro de los “locking dogs”
22. Deslice el “locking dogs retainer” dentro del “collet mandrel” y ajuste el “collet” una vez hecho el ensamble, los “locking dogs” no se deben rotar. El “collet” esta bloqueados en una posición previniendo el movimiento rotacional.

23. Ubique el “upper adapter” en una prensa.
24. Instale el “bypass sub” dentro de él “upper adapter” y el “o-ring” dentro del “bypass sub”.
25. Engrase e instale los “o-rings” y los “back-up rings” dentro del “upper adapter” y el “o-ring” dentro del “bypass sub”.
26. Instale el “upper adapter” dentro del “collet mandrel”.
27. Instale el receptáculo de conexión pulida (Polished bore receptacle PBR) dentro de él “upper adapter” y dentro del “collet mandrel”.
28. Instale el PBR sobre el tope superior del ensamblaje y ensámblelo dentro de la “upper setting sleeve”.
29. Después de que el “liner hanger” esta ensamblado, las conexiones deben ser torquadas según los valores, específicos para cada sección.

**Figura 13. Armado de Herramienta**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A*

*POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica),  
Universidad Industrial de Santander.

### **REQUERIMIENTOS DE TORQUE**

- El tope superior de la “lower setting sleeve” con la “upper setting sleeve” necesita un torque óptimo de 3,979 (ft-lbs)
- El tope inferior del PBR con el toque superior del “upper setting sleeve” necesita un torque óptimo de 2,730 (ft-lbs)

**Figura 14. Torque Optimo**

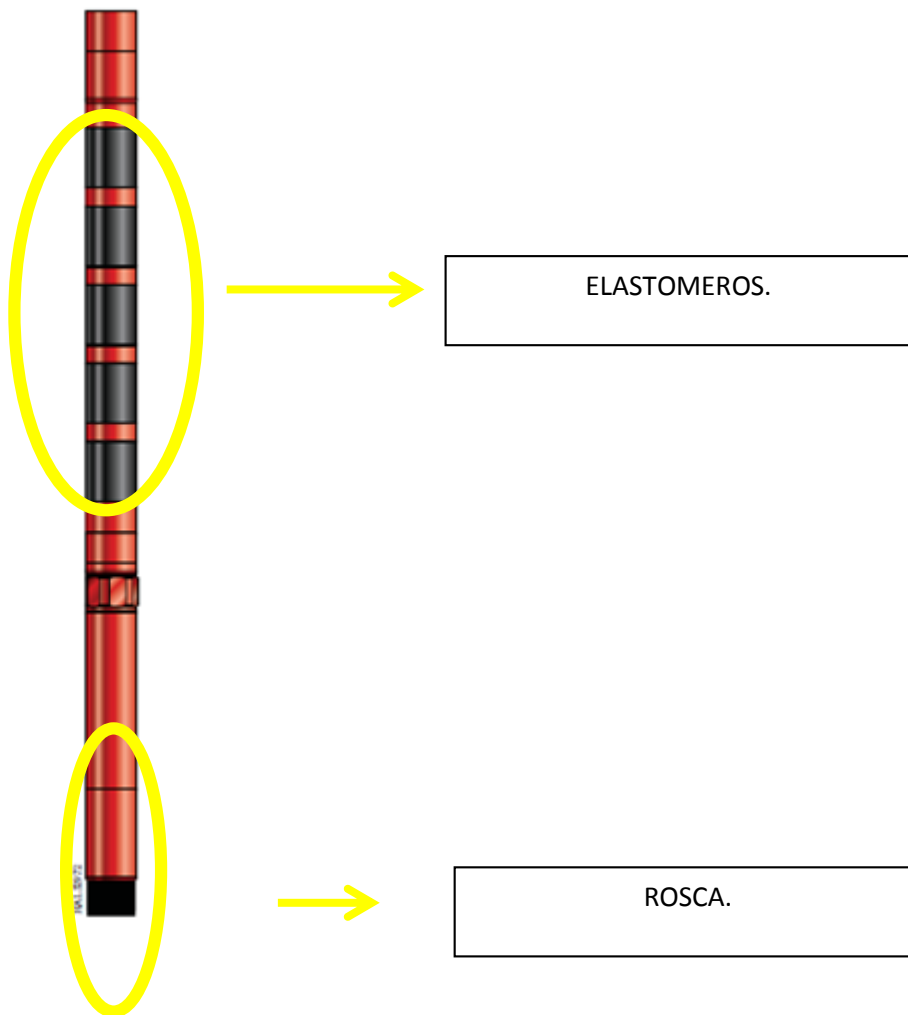
<b>Thread Description</b>	<b>Torque (ft-lbs)</b>
5.483 OD HST-DS	2.730
5.366 OD HST-DS	3,970

**NOTA:** todas las conexiones deben ser torquedadas y tener su registro de torquedo previamente antes del torquedo.

## 5.9 ALMACENAMIENTO PREVIO A LA MOVILIZACION.

### 5.9.1 PARTES DELICADAS.

Figura 15. Partes Delicadas Colgador.



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

### **5.9.2 ALMACENAMIENTO DE EQUIPO**

El almacenamiento del equipo independientemente del lugar, debe garantizar los siguientes aspectos de calidad:

- Aislamiento químico.
- Puntos de apoyo capaces de sostener la herramienta.
- Protección ante golpes, y ralladuras en zonas delicadas (Elastómeros y Roscas).
- Lubricación.

### **5.9.3 AISLAMIENTO QUIMICO.**

El lugar en el cual se almacene la herramienta Versa-Flex debe garantizar el no contacto del equipo con cualquier material químico que pueda ser corrosivo ante la misma especialmente sus elastómeros, por ejemplo químicos radiactivos, explosivos, agua, etc. Para lo cual se protegen sus partes sensibles siendo envueltas en “Vinipel” y luego con una espuma antigolpes.

### **5.9.4 PUNTOS DE APOYO.**

La herramienta es sensible particularmente en la zona de elastómeros, y roscas, es vital que al momento de cargar, descargar, transportas, almacenas se protejan dichas zonas de contacto como apoyo, para garantizar su óptimo funcionamiento.

### **5.9.5 PROTECCION ANTIGOLPES Y RAYADURAS.**

Como se mencionó previamente la herramienta debe estar recubierta en sus componentes delicados por una espuma que funcione como protección antigolpes la cual solo será removida al momento de realizar la corrida de la herramienta.

Las roscas también necesitan estar constantemente protegidas con su respectiva tapa, para evitar melladuras.

### **5.9.6 LUBRICACION,**

Es una parte importante mantener la herramienta completamente lubricada por medio de una película delgada de “aceite plástico”, y sus roscas con la grasa específica para el tipo de rosca.

## **6 MOVILIZACION DE RECURSOS.**

### **6.1 TRANSPORTE DE EQUIPO.**

- Según la orden de venta que generan los Bussines Developers se diligencian las etiquetas de la herramienta con la información del pozo en la cual se requiere la misma para prestar el servicio.
- Cuando se conoce el momento de realizar el transporte del equipo a pozo se solicita el servicio de transporte a una empresa que siga las normas HSEQ de modo que se cuente con el tiempo apropiado para el transporte.
- El medio de transporte de la herramienta es inspeccionado por el personal “dispatcher”.
  - Estado del vehículo (conductor, llantas, kilometraje y documentos del conductor y vehículo.)
  - MT o cheklist de herramienta coincida con la herramienta transportada.
  - Estado de la herramienta.

- Se genera un “journey management” (herramienta digital que permite hacer seguimiento online a los recursos, o personal que está siendo transportado de un lugar a otro, en el cual se discrimina el medio de transporte, la duración aproximada del viaje, la ruta, el transportador, el horario y la herramienta. )
- Si el medio de transporte está en óptimas condiciones (de acuerdo a estándares HSEQ), se procede al cargue de la herramienta (durante este

**Figura 16. Transporte de Herramientas.**



**Fuente.** GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A*

*POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica),  
Universidad Industrial de Santander.

- proceso se debe realizar el respectivo MT y checklist de salida a pozo de la herramienta, y posteriormente archivar dichos documentos en las carpetas archivo del equipo.
  
- **NOTA:** Si el cliente lo exige se debe entregar una copia de la documentación que exista de la herramienta específica que se vaya a utilizar en su operación, esta documentación será entregada al conductor del medio de transporte de la herramienta y es el quien dirige dicha documentación al “company man” o en su defecto a su asistente.
  
- **NOTA:** Si es necesario realizar una movilización en horario nocturno es decir de 6:00pm-4:00am el “journey management” necesita una autorización por parte del gerente a nivel país de la línea.
  
- Antes de que el vehículo salga de las instalaciones de la empresa, el personal “dispatcher” debe hacer una última inspección de seguridad, y estado de la herramienta, y debe recibir una copia del MT de salida.

Al momento de la llegada del equipo al lugar de trabajo se verifica su estado, y se cierra el “journey management”, informando la adecuada llegada de la herramienta. (el proceso de cerrado de journey management para el transporte de personal se realiza de la misma forma)

## 7 LOGISTICA Y OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

### 7.1 GENERALIDADES DE OPERACIÓN DE LOS RECURSOS.

**NOTA:** un permiso de trabajo deberá ser diligenciado a diario por el personal operador antes de iniciar cualquier labor.

#### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

El equipamiento y operación de herramientas de fondo de pozo puede ser peligroso si no se toman las precauciones de seguridad. El movimiento de piezas pesadas y componentes mecánicos de la herramienta deben ser discutidos en una reunión previa a la operación. Los equipos que se deben utilizar a parte de la óptima capacitación del personal operador deben ser: cascos protectores, botas con punta de acero, lentes de seguridad, guantes para trabajo pesado, y protección auditiva también es requerida.

1. El personal de Halliburton, se dispone a hacer su presentación ante el “company man”, o representante del **cliente**. En dicha presentación se comparte y actualiza información sobre el estado de la operación y estado mecánico del pozo.
2. Posterior a la reunión de presentación, se debe hacer el respectivo calibrado de la herramienta, y verificación de coincidencia de la misma con la información del contrato.
3. La herramienta debe estar bien ubicada y protegida de golpes y humedad en lo posible.
  - 3.1 Congruencia de tipo de roscas. (con el liner que se desea correr)
  - 3.2 Numero de pines de liberación del wiper plug assembly. (si aplica)

3.3 Los diámetros de la herramienta deben corresponder con los de la información medio físico que se entrega al ingeniero de calidad y “company man”.

3.4 La bola de expansión del diámetro correcto según la herramienta.

3.5 (1(1/2”) y 2(5/8”) son las más usadas para las hydrhullic setting tolos de 7X5” y 9(5/8)X7”

**Figura 17. Bola de Expansión.**



**Fuente.** GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

Figura 18. Tamaños de “Bola de Expansión”.

Typical Setting Ball Diameters, Part Numbers and Material Data																		
Material	lb/in <sup>3</sup>	0,3010		0,2750		0,0975		0,0000		0,2832		0,3179		0,5148		0,3160		0,0892
Density	SG	8,333		7,613		2,7				7,84		8,8		14,251		8,748		2,47
Fraction	Decimal	Brass		440C		Aluminum		Glass Filled Nylon		Steel		K-Monel		Tungsten Carbide		Stoody		Bakelite
		AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	AMAPS	SAP	SAP
7/16	0,438	93B231	101085488	93B8	1,01E+08							93B73	1,01E+08	93B81	100006750			
1/2	0,500	93B228	UNK	93B37	1,01E+08			93B109	UNK	93B233	1,01E+08			93B89	101085511			
9/16	0,563			93B2	1,01E+08													
5/8	0,625			93B3	1E+08							93B6	1,01E+08	93B234	101085491			
11/16	0,688			93B76	1,01E+08													
3/4	0,750			93B33	1E+08	93B247	1,01E+08	93B14	UNK					93B138	101085453			
7/8	0,875			93B4	1E+08									93B222	101085483			
15/16	0,938									93B38	1,01E+08							
1	1,000	93B178	101085463	93B34	1,01E+08									93B206	101085476			
1 1/8	1,125	93B183	101009759	93B13	1,01E+08									93B223	101085484			
1 3/16	1,188																	
1 1/4	1,250	93B148	101016558	93B5	1E+08												93B220	1,01E+08
1 5/16	1,313	93B108	101014253	93B175	1,01E+08			93B80	UNK									
1 3/8	1,375			93B161	1,01E+08			93B210	UNK								93B200	1,01E+08
1 7/16	1,438	93B170	100006752							93B151	1,01E+08							
1 1/2	1,500	93B96	100006751	93B87	1,01E+08			93B79	101085508									
1 5/8	1,625	93B66	101017642			93B219	UNK			93B155	UNK							
1 3/4	1,750	93B61	100009251	93B31	1E+08	93B53	UNK	93B91	101085512									
1 13/16	1,813	93B209	101085479															
1 7/8	1,875	93B65	100006749	93B107	1,01E+08	93B252	1,01E+08	93B78	101014267									
2	2,000	93B144	101014257	93B164	1,01E+08			93B208	101085478	93B174	1,01E+08						93B246	1,01E+08
2 1/8	2,125	93B145	100009248			93B230	1,01E+08	93B118	100009247									
2 1/4	2,250	93B59	101017641	93B112	1,01E+08			93B216	1,01E+08	93B226	101085486							
2 1/2	2,500	93B178	101014259			93B232	1,01E+08			93B150	1,01E+08							
										93B160	Hard Chrome	UNK						
2 5/8	2,625	93B162	101014258															
2 3/4	2,750	93B177	101085462			93B215	UNK											
3	3,000	93B212	101085480															
3 5/8	3,625	93B248	101085493															
3 3/4	3,750	93B249	101085494															
		93B189	101085471 or															

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). FarPack. In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12006010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.

4. El equipo de flotación debe estar completo y con sus respectivos back ups (Dos landing collars, dos float collars).
5. Todas las roscas deben estar protegidas.
6. Con los datos actualizados del estado mecánico del pozo, se realiza el “tally” (representación numérica de las dimensiones y características del estado mecánico de un pozo petrolero) de la tubería a utilizar en la corrida Versa-flex <sup>TM</sup>.

Figura 19. Tally “Estado Mecanico Pozo”.

COMPANY				LEASE				WELL				RIG CONTRACTOR			
Petrois				S				S 124				Petrois			
COMPANY REP.				COUNTRY/PARISH				STATE				DATE:			
				SANTANDER				SANTANDER				29/04/2013			
HALLIBURTON REP.				SERVICE CENTER				SERVICE ORDER NUMBER							
Ing. Leonardo Castillo				Funza - Colombia				78039							
		SIZE & WEIGHT		GRADE		THREAD		CAPACITY		TOP @		BOTTOM @			
CASING		7 26		N-80		LT & C		0,0383		0		6916			
LINER UPPER															
LINER LOWER		5 18		P-110		TSH513		0,01780		6733		9018,00			
Land String 1		3 1/2 23,4		S135 NC38 (IF)		LS Wt: 23,4		0,00548		Pumping Displacements		BBL S			
Land String 2		3 1/2 13,3		S135 NC38 (IF)		LS Wt: 14,92		0,007256		Drill Pipe Capacity		47,8			
Land String 3						LS Wt:				Liner Capacity		39,1			
										Shoe Track Capacity		1,6			
										Total Volume to Land Plug		86,9			
Mud Wt:		12,0				Buoyancy Fact:		0,8165		Block Wt:		48000,00			
Make Up Thread Loss				in.						Lap =		182,65			
# Jnts run	Jnt. #	Thread-on Length	Liner Strap Length	Made-up Length	Shoe To RT	Thread / Hanger to RT	Total depth RKB - TOP	Comments	Hook Load	K lbs.	Cap. BBL S				
(Shoe Depth)						(Shoe Depth)	9018,00								
1	1	-	1,80	1,80	44,02	TSH513	9016,20	FLOAT SHOE UP JET	48,0		0,0				
FC	FC	-	42,22	42,22	45,73	TSH513	8973,98	5"18 # P-110	48,6		0,8				
2	2	-	1,71	1,71	88,37	TSH513	8972,27	SS-11F.C P-110	48,7		0,8				
0	0	-	42,64	42,64	88,37	TSH513	8929,63		49,3		1,6				
0	0	-	0,00	0,00	88,37	TSH513	8929,63		49,3		1,6				
L COLLAR	LC	-	90,29	90,29	175,10	TSH513	8927,71	LC- P-110	49,3		1,6				
3	3	-	42,98	42,98	133,27	TSH513	8884,73	5"18 # P-110	50,0		2,4				
4	4	-	41,83	41,83	175,10	TSH513	8842,90	5"18 # P-110	50,6		3,1				
5	5	-	42,85	42,85	217,95	TSH513	8800,05	5"18 # P-110	51,2		3,9				
6	6	-	42,91	42,91	260,86	TSH513	8757,14	5"18 # P-110	51,8		4,6				
7	7	-	42,58	42,58	303,44	TSH513	8714,56	5"18 # P-110	52,5		5,4				
8	8	-	42,91	42,91	346,35	TSH513	8671,65	5"18 # P-110	53,1		6,2				

Fuente. HALLIBURTON, C. t. (2012). FarPack. In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12006010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.

- Mediante software “FAR PACK”®, (documentación reservada) se obtiene el diagrama de columnas hidrostáticas, volúmenes de desplazamiento, esfuerzos críticos a los cuales se someterá la tubería, presiones, tensiones, velocidades torques, y pesos de operación del equipo.

## 7.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN.

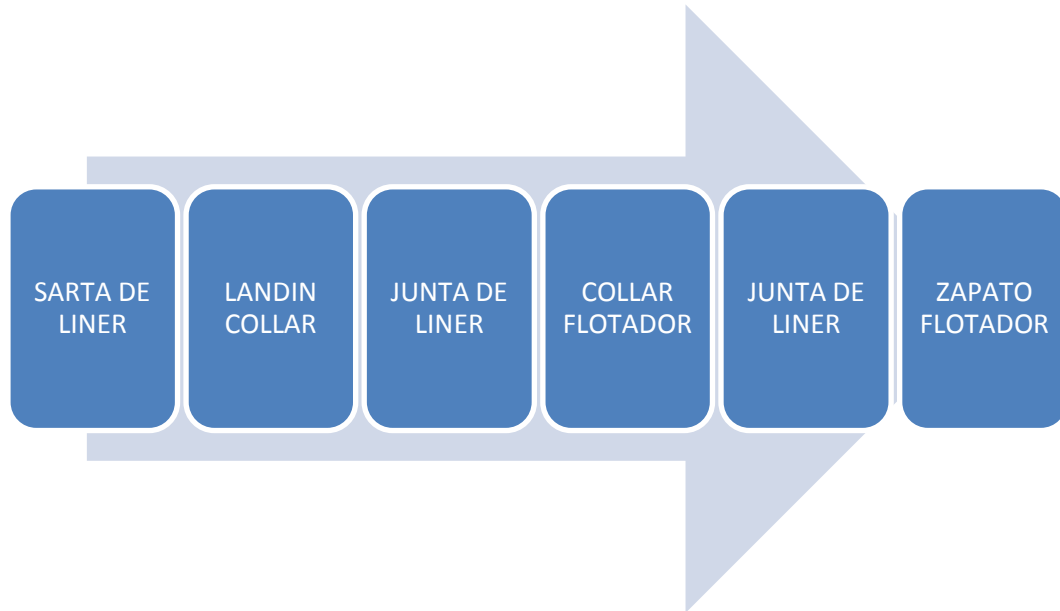
- Previo al comienzo de la operación Versa-Flex®, se deben correr registros de “open hole” para garantizar la calidad de la operación de colgado de

liner. Los registros se corren buscando puntos apretados, derrumbes, problemas en las formaciones etc.

a. **NOTA:** De encontrarse puntos que representen peligro para la operación, el especialista Versa-Flex®deberá recomendar inmediatamente un plan de “workover” en el pozo, de lo contrario el personal representante del cliente, firmara y se involucrara en el proceso interno de Halliburton conocido como “manejo del cambio” (management of change).

- i. El siguiente procedimiento es la instalación del equipo de flotación según se explicó en la entrega anterior. (sin torcion)
- ii. Se realiza el “Rig Up” del cabezal de cementación, junto con un “crossover” que permita conectar el mismo con la tubería de trabajo.
- iii. La compañía que prestara el servicio de Llave torqueadora de liner debe ejecutar su Rig-up en este momento.
- iv. Cuando las herramientas están listas, se procede a realizar una reunión OPERACIONAL de corrida de liner, en la cual se presentara el modus operandum del funcionamiento de la Llave de torsión, y equipo de operadores.
- v. El primer paso de la corrida de liner, consiste en instalar el equipo de flotación de la siguiente manera

**Figura 20. Instalación Equipo de Flotación.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

2. Instalar liner #1 con zapato rimador, se procede a torquear la conexión.
3. Probar el efectivo sello de la válvula del zapato flotador, (llenar la junta y se levanta varios pies mediante el dispositivo con que cuenta la torre (top drive) y se verifica que no existan fugas.
4. Conectar la siguiente junta de liner #2 (con collar flotador) y torquear, luego conectar “landing collar” junto con liner #3. Y se vuelve a probar el sello.
5. Se conectan las siguientes 10 juntas de liner llenando cada tubo por vez y también colocando su respectivo collar de seguridad en cada uno.
6. Cuando se han bajado los liners en su totalidad, se procede a realizar la reunión operacional de corrida del colgador de liner Versa-Flex®, en la cual

se socializan las velocidades, presiones, torques, tensiones y pesos límites y óptimos de la operación.

7. Realizar el Rig-up del colgador Versa-Flex®. (en el cual se conecta el Wiper Plug y se conecta el colgador con la llave hidráulica.
8. Rig down de equipo de llave hidráulica.
9. Una vez se conecta el colgador, se realiza una toma de parámetros como:
  - a. Peso subiendo.
  - b. Peso bajando.
    - i. 2. Variando el estrocaje de la bomba se registran galones por minuto, barriles por minuto, y presión.
10. Se comienza a conectar cada parada de tubería de trabajo, haciendo su respectiva calibración de ID con un “conejo” de mayor diámetro que el de la bola de expansión. (llenar cada 10 paradas)
11. Cuando se llega a fondo, se comienza circulación para eliminar residuos que no permitan la correcta cementación.
12. Realizar reunión pre operacional de cementación.
13. se realiza una toma de parámetros como:
  - a. Peso subiendo.
  - b. Peso bajando.
  - c. Variando el estrocaje de la bomba se registran galones por minuto, barriles por minuto, y presión.
14. **NOTA:** La toma de parámetros sirve como guía para verificar la liberación del liner postexpansion.
15. Se circulan de 2 a 3 fondos arriba para garantizar eliminación de rípios.
16. Conectar el cabezal de cementación, y se realiza una toma de parámetros con caudal incremental:
  - a. Peso subiendo.
  - b. Peso bajando.
  - c. Variando el estrocaje de la bomba se registran galones por minuto, barriles por minuto, y presión.

17. Se bombea una píldora que simule características de la lechada, y se observa su comportamiento.
18. Realizar reunión preoperativa de cementación y expansión de liner hanger, en la cual se socializan volúmenes de píldoras, y lechadas.
19. Se detiene la circulación de lodo.
20. Antes de comenzar la cementación se debe realizar pruebas de presión a las tuberías de cementación. (las pruebas deben realizarse con un rango de 5000-9000psi).
21. Reiniciar la circulación de lodo mientras los especialistas en cementación preparan la lechada.
22. Según la configuración de los especialistas de cementación, se deben bombear:
  - a. Un volumen de espaciador.

**Figura 21. Evidencia de Liberación Wiper Dart.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON*. (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

- b. Un volumen de agua.
- c. Un volumen de lechada principal.
- d. Liberar el “wiper plug”.
  
- e. Un barril de lechada.

23. Se circula con lodo, hasta que se observe un incremento significativo en la presión pero se detiene hasta que se alcance aproximadamente 2000psi. (enganche de los tapones con “wiper plug”)
24. Se detiene circulación y se observa el volumen de retorno.
25. Se procede a realizar conexión del cabezal de cementación con la línea de cementación y se lanza la bola de expansión desde superficie.
26. Incrementar presión hasta 5000psi para activar el disco de ruptura que permita comenzar a circular desde el tope del liner, y de esta manera eliminar cualquier exceso de cemento desde el tope del liner hacia arriba.

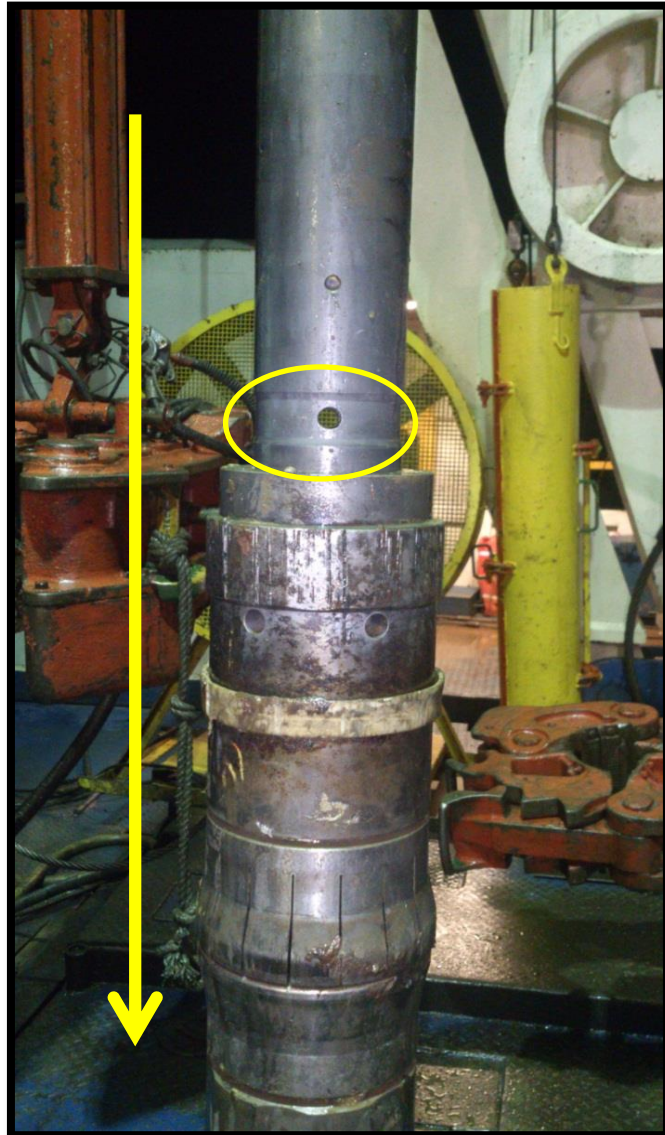
**Figura 22. Evidencia de Ruptura de Disco.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON*. (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

27. Circular hasta que se observe un nuevo incremento de presión que indique que la bola de expansión alcance el asiento en la setting tool.
28. Incrementar la presión hasta que se presente una despresurización que indique la completa expansión del hanger y se observe retorno en los tanques. (desplazamiento completo del cono de expansión)

**Figura 23. Evidencia de Recorrido Completo Cono de Expansión.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON*. (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

29. Realizar prueba de tensión para corroborar expansión del hanger. (se debe observar más peso del que se tenía en el momento de toma de parámetros.)

- i. Aplicar peso sobre la sarta aproximadamente 50klbs (valor según características del estado mecánico), lo cual liberara la setting tool del liner hanger (collet fingers deben quedar dentro del collet).
- ii. Levantar 30pies para retirar el cono de expansión del colgador y también verificar pérdida de peso síntoma de liberación.

**Figura 24. Evidencia Liberación Correcta Herramienta.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A*

*POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica),  
Universidad Industrial de Santander.

- iii. Circular el pozo hasta que se obtengan retornos limpios de cemento, y posteriormente disminuir la densidad del lodo.  
“Liberación de setting tool”.

## **8 RIGDOWN Y DESMOVILIZACION DE HERRAMIENTA.**

### **8.1 CARGUE DE HERRAMIENTA EN POZO.**

- iv. Desconectar el cabezal de cementación.
- v. Rig-down de cabezal de cementación y comenzar el viaje de la herramienta a superficie.
- vi. Cuando la herramienta se encuentre en superficie realizar el respectivo rig-down observando aspecto de partes importantes de la setting tool.

Cargar herramienta en vehículo transporte, diligenciando a la vez documentación como MT, y cheklist de envío de herramienta a base.

## **9 RECEPCION DE HERRAMIENTA.**

- 9.1 **NOTA:** El no cumplimiento o inconformidad en alguno de estos puntos se deberá informar al supervisor responsable, y si es necesario diligenciar contingencias como “management of change”.

- 9.1.1 La herramienta llega a la base y el personal “dispacher” se encarga de recibir la misma y hace un chequeo visual de las condiciones en las cuales fue transportada la herramienta; los puntos de interés son:
- 9.1.2 Estado del vehículo (conductor, llantas, kilometraje y documentos del conductor y vehículo.)
- 9.1.3 MT o cheklist de herramienta coincida con la herramienta transportada.
- 9.1.4 Estado de la herramienta.
- 9.1.5 Registro de herramienta en las carpetas respectivas.
- 9.1.6 La herramienta debe ser descargada del vehículo para una primera inspección visual. Es importante verificar la presencia de todas las partes de la herramienta.

**Figura 25. Cargue de Herramienta.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

9.1.7 El primer procedimiento después de descargar la herramienta es un etiquetado color rojo, en el cual se discrimina la procedencia, el tipo de herramienta, y el tipo de mantenimiento que requiere.

**Figura 26. Etiquetado Rojo de Herramienta.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A*

*POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica),  
Universidad Industrial de Santander.

- 9.1.8 Luego se lleva a la zona de lavado, en la cual lo importante es remover cualquier residuo de fluidos de completamiento. (Cemento, y lodo remanentes)
  
- 9.1.9 Cuando la herramienta se encuentra limpia, se procede a su desarmado. (Los pasos del desarme se incluyen en la siguiente sección.) Las piezas de la herramienta se lavan por separado y luego son inspeccionadas por una entidad calificada. (SESCO) la cual realiza una inspección visual, tintas penetrantes, partículas magnéticas.

Figura 27. Inspección Sesco.



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON*. (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

9.1.10 **NOTA:** En caso de que las piezas presenten un desgaste significativo o daño operacional, deben ser reemplazadas de inmediato, para esto se requiere una óptima y constante dotación.

**Figura 28. Partes Dañadas.**



Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON*. (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.

9.1.11 Cuando todas las partes se encuentran operacionales, según la inspección se realiza el engrasado de cada pieza por separado.

9.1.12 **NOTA:** El almacenamiento de la herramienta debe hacerse garantizando condiciones de aislamiento de intemperie, agua, radiación o contacto con químicos.

**Figura 29. Almacenamiento de Equipo.**

Fuente. GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A*



*POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON.* (Tesis en Práctica),  
Universidad Industrial de Santander.

9.1.13 Se realiza el proceso de armado de la herramienta, (procedimiento siguiente sección.)

- 9.1.14 Después del arme, los mecanismos deben ser probados para garantizar la calidad del servicio, las pruebas hidrostáticas que se realizan en la bahía de presión se enfocan en verificar la integridad y sellos de la herramienta. (Se debe actualizar el registro de las pruebas de presión con cada prueba.) Los procedimientos de evaluación hidrostática varían con cada herramienta, pero todos siguen los estándares de calidad de la compañía según OSHAS e ISO.
- 9.1.15 **NOTA:** las hydraulic setting tool serán probadas a 3000psi y cabezales de cementación hasta 10000psi, por un periodo de 10mins. En caso de presentarse fuga, verifique el sello ajustando la “adjusting sleeve” (setting tool). Si el caso persiste desarme la herramienta y verifique el buen armado y estado de todos sus componentes.
- 9.1.16 El siguiente procedimiento después de verificar la operatividad es la aplicación de torque. (Rangos según el tipo de liner).
- 9.1.17 Antes de almacenar la herramienta se debe realizar su respectivo etiquetado color verde que indica su completa funcionalidad, en el cual se deben especificar sus medidas, presiones de prueba, tipo de rosca, y numero de pines de liberación.
- 9.1.18 Posterior al alistamiento de los recursos se debe almacenar la herramienta, la cual debe seguir estándares de calidad de Halliburton.

9.1.19 **NOTA:** la documentación de la herramienta es diligenciada a medida que se realiza el proceso de armado para garantizar veracidad en la misma.

## CONCLUSIONES

- La aplicación de este manual práctico significa una optimización en el proceso de entrenamiento de nuevo personal que se incorpora a la compañía porque el mismo entrelaza distintos aspectos de las fases del funcionamiento de una línea Versa-Flex como: alistamiento, almacenamiento, transporte, corrida de la herramienta, y venta del servicio que hasta el momento se aprendían con la experiencia y el tiempo en la operación.
- Si bien este manual se ha diseñado con base a características de la línea llamada Versa-Flex de Halliburton, su enfoque permite la aplicación del mismo para distintas líneas de servicio inclusive en diferentes compañías.
- Seguir este manual mejora parámetros como tiempo de alistamiento y operación, aumento de en la calidad del servicio y fortalece sistema HSEQ porque contiene “buenas practicas”, presenta claridad en los procedimientos, herramientas necesarias, y EPPs necesarios en las fases de alistamiento y corrida del equipo.
- Parámetros como el etiquetado de las herramientas de calibración y dispositivos como manómetros y torquímetros de prueba demostraron ser impulsores de la satisfacción del cliente, y esto se evidenció en la retroalimentación que se hizo con las visitas de posibles compradores a la compañía.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda, la inclusión de un sistema de reciclaje de aguas para pruebas hidrostáticas de baja potencia, en aras de garantizar el cumplimiento de las normas de cuidado al medio ambiente de la norma ISO 14001, lo cual también significaría una tremenda reducción en el consumo de agua de la compañía.
- Se recomienda, la inclusión de un equipo graficador de torques para las conexiones de las herramientas, lo cual daría solución a la necesidad del cliente de conocer gráficamente la manera en la cual se está torqueando cada parte del equipo de servicio.

## BIBLIOGRAFIA

- ✚ CASEYRESEARCH. (2010). Well Completion. Retrieved 2013, from CASEYRESEARCH <http://www.caseyresearch.com>
- ✚ DE LA ROSA, L. (2010). NORMA ISO 9001 : 2015. <http://www.usac.edu.gt/archivos/econtNUEVANORMAISO90012015.pdf>
- ✚ EMERSON, E. (2012). Completamiento de Pozo. from EMERSONPROCESSEXPERTS <http://www.emersonprocessxperts.com/wp-content/uploads/2012/06/>
- ✚ GUTIERREZ, J. (2013). *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ALISTAMIENTO Y OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BAJADAS A POZO EN LA LÍNEA VERSAFLEX DE HALLIBURTON*. (Tesis en Práctica), Universidad Industrial de Santander.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2012). Company policy (October 15 ed., pp. 2). Houston, TX.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2007). Completions 1 manual (pp. 4). CARROLTON TX.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2007). Completions 1 manual (pp. 10). CARROLTON TX.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2012). Basic Design and Maintenance Instructions. In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12OO6010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2012). Far Pack. In Versa-Flex (Ed.), (Vol. 12OO6010). Carrollton, TX: Versa-Flex team.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex tools. In C. Tools (Ed.), (pp. 10). Carrollton Tx.
- ✚ HALLIBURTON, C. t. (2012). Versa-Flex (VIDEO). from Completion Tools [www.halliburton.com](http://www.halliburton.com)
- ✚ 900, N. (2012). Sección 8: Medida, análisis y mejora. <http://www.normas9000.com/iso-9000-51.html>

- ✚ ISO. (2008). ISO 9001 (Norma). Lanzado noviembre 15  
<http://farmacia.unmsm.edu.pe/noticias/2012/documentos/ISO-9001.pdf>
- ✚ NTC. (2004). SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001. Available from Sistema de Mejora Continua  
[http://www.sistemademejoracontinua.com.co/ntc\\_iso\\_14001\\_2004.pdf](http://www.sistemademejoracontinua.com.co/ntc_iso_14001_2004.pdf)
- ✚ OSHAS. (1999). 18001 HEALTH & SAFETY ZONE. IRELAND: OSHAS.
- ✚ Publicaciones, T. (2004). ANALISIS DE POLITICAS PÚBLICAS 2 (Reporte). (2). <http://html.rincondelvago.com/norma-iso-14001.html>