

**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y LA COMPETENCIA  
TÉCNICA DEL LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA DE  
SCHLUMBERGER SURENCO BASE NEIVA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
LOS ENSAYOS API RP39 Y API RP56 SEGÚN LOS LINEAMIENTOS  
DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005 CON FINES DE ACREDITACIÓN**

**MILENA PRADA CHAVEZ  
ANGEL FABIAN CORREDOR MARIN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BUCARAMANGA  
2008**

**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y LA COMPETENCIA  
TÉCNICA DEL LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA DE  
SCHLUMBERGER SURENCO BASE NEIVA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
LOS ENSAYOS API RP39 Y API RP56 SEGÚN LOS LINEAMIENTOS  
DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005 CON FINES DE ACREDITACIÓN**

**MILENA PRADA CHAVEZ  
ANGEL FABIAN CORREDOR MARIN**

Trabajo de grado para optar por el Título de  
Ingeniero Químico

Directora  
**ING. OLGA PATRICIA ORTIZ CANCINO**

Codirector  
**Ph D. DIONISIO LAVERDE CATAÑO**

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

**2008**

*A Dios,*

*A mi familia,*

*A mis profesores y compañeros*

*GRACIAS*

*Por compartir conmigo esta etapa de la vida*

*Milena*

*Aunque en estos últimos tiempos hallan muchos que se levantan contra la deidad y eterno amor de Dios, dedico este gran logro en primera persona a mi amado y eterno salvador Jesucristo, que con su amor, respaldo y sustento me guió por esta senda y me permitió grandes privilegios. Como lo diría el anciano Policarpo amarrado a la viga, en sus pies lista la hoguera y el fuego en las manos del verdugo; le gritaban niega a tu Dios y salva tu vida, a lo que él muy seguro contesta "86 años hace que le sirvo y lo único que me ha hecho es el bien como he de negar a mi Rey y mi Dios".*

*A mis padres que con su amor y comprensión han sido una fuerza vital, en todo el transcurrir de mi vida.*

*A mi hermano Severo que es una persona muy importante y que me ha contribuido mucho en todo este tiempo.*

*A mis hermanos Karla, David y mis primos que me impulsan a hacer cada día mejor, con el ánimo de poder ser un digno ejemplo para ellos.*

*A mi novia Jenny que es un apoyo muy importante que me exige a mejorar todos los días.*

*A mis abuelos y tíos que me han apoyado para que este propósito se haga una realidad.*

*A mis amigos y compañeros a todos los quiero, Dios los bendiga.*

*Fabián*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Schlumberger Neiva y Barrancabermeja por todo el entrenamiento recibido durante la práctica profesional.

Los Ingenieros de Schlumberger, Henry Caicedo y Sandra Montoya por creer en nosotros como personas y profesionales.

Los profesores Olga Patricia Ortiz Cancino y Dionisio Laverde Cataño por su tiempo y colaboración durante el desarrollo de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. GENERALIDADES	2
2.1 OBJETIVOS	2
2.1.1 Objetivo General	2
2.1.2 Objetivos específicos	2
2.2 ALCANCE	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	3
3.2 ACREDITACION	3
3.3 NORMA ISO/IEC 17025:2005	3
3.4 REQUISITOS TÉCNICOS	4
3.4.1 Personal	4
3.4.2 Equipo y ambiente	5
3.4.3 Métodos de ensayo y calibración, validación	5
3.5 LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA	6
3.5.1 Fluidos de Fractura	7
3.5.2 Norma API Recommended Practices 39 (RP 13M)	7
3.5.3 Norma API RP 56	9
4. METODOLOGIA	11
5. RESULTADOS	13
5.1 ETAPA 1. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL LABORATORIO	13
5.2 ETAPA 2. APLICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005 A LOS ENSAYOS API RP39 Y API RP56	15
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	36
7. CONCLUSIONES	39
8. RECOMENDACIONES	40
9. BIBLIOGRAFIA	41
ANEXOS	43

## LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1.	Pilares de la Competencia Técnica Norma ISO/IEC 17025	4
Figura 2.	Organigrama Laboratorio de Estimulación y Fractura SLB- Neiva	6
Figura 3.	Metodología del proyecto	11
Figura 4.	Encabezado de documentos	15
Figura 5.	Diagrama de procesos laboratorio de estimulación y fractura.	18
Figura 6.	Procedimiento para solicitud de ensayos NCO-MP-04-01	19
Figura 7.	Formato recepción de muestra NCO-F-03-01	20
Figura 8.	Formato Ficha técnica de equipos NCO-F-13-03	21
Figura 9.	Formato de mantenimiento de equipos NCO-F-04-01	22
Figura 10.	Requisitos de calibración para los equipos usados en las Normas API RP39 y API RP56	23
Figura 11.	Programa de calibración de equipos.	24
Figura 12.	Formato para el control de inventario NCO-F-14-02 de los químicos usados en la preparación de un Fluido de Fractura.	25

Figura 13.	Formato para el control de Calidad de productos químicos NCO-F-14-03	26
Figura 14.	Lista de chequeo de equipos y materiales para el ensayo API RP39.	27
Figura 15.	Formato para reporte de resultados del análisis fisicoquímico de agua en la preparación de fluidos de fractura. NCO-F-05-04	28
Figura 16.	Formato para el control de calidad de los fluidos de fractura NCO-F-05-05	29
Figura 17.	Chequeo de equipos y materiales para el ensayo API RP56	34
Figura 18.	Formato de resultados para el control de calidad del propante NCO-F-05-06	35
Figura 19.	Nivel de cumplimiento de los requisitos técnicos según el plan de acción propuesto	37

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Métodos de medición de pH, gravedad específica y Turbidez	30
Tabla 2. Métodos de medición y rangos establecidos para la calidad del agua en la preparación del Fluido de Fractura YF120LG	30
Tabla 3. Composición de un Fluido de Fractura YF120LG	31
Tabla 4. Propiedades de la solución polimérica para un YF120LG	32
Tabla 5. Propiedades de un Fluido de Fractura lineal WF120LG	32
Tabla 6. Propiedades de la solución activadora y la solución quebradora para un Fluido de Fractura YF120LG	32
Tabla 7. Propiedades del Fluido de Fractura reticulado YF120LG	32
Tabla 8. Nivel de cumplimiento de los requisitos Técnicos según plan de acción propuesto.	36

## LISTA DE ANEXOS

		<b>Pág</b>
Anexo 1.	Inventario de equipos y elementos de referencia	44
Anexo 2.	Control de Calidad para materiales químicos	45
Anexo 3.	Diagnóstico inicial del Laboratorio	49
Anexo 4.	Plan de acción	55
Anexo 5.	Procedimientos Técnicos y documentos a elaborar	56

## RESUMEN

**TITULO:** ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y LA COMPETENCIA TÉCNICA DEL LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA DE SCHLUMBERGER SURENCO BASE NEIVA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS ENSAYOS API RP39 Y API RP56 SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005 CON FINES DE ACREDITACIÓN\*.

**AUTOR(ES)** \*\*: Milena Prada Chávez, Ángel Fabián Corredor Marín

**PALABRAS CLAVES:** Acreditación, normas, fractura, estimulación

### DESCRIPCIÓN

Con el desarrollo de este trabajo, el laboratorio de Estimulación y Fractura cuenta con unas bases sólidas para implementar y acreditar los ensayos API RP 39 y API RP56 según los lineamientos de la competencia Técnica que exige la Norma NTC ISO/IEC 17025:2005, estos ensayos son los más importantes realizados en el laboratorio ya que comprende todo el análisis sobre fluidos de Fracturamiento hidráulico y arenas de fractura logrando que las operadoras estudien y decidan sobre los procedimientos más convenientes al momento de estimular un pozo petrolero al menor costo y mayor beneficio.

A partir de una evaluación inicial de todos los procesos realizados en el laboratorio, se pudo verificar el alcance y el cumplimiento de los Requisitos Técnicos según la Norma Internacional, esto ayudó a proponer un plan de acción para diseñar y documentar un Sistema que garantice la Competencia Técnica y de igual forma fortalecer el servicio al cliente.

El laboratorio actualmente cuenta con todas las herramientas Técnicas a implementar como son: el personal, el método y las condiciones ambientales para sensibilizar a la Gerencia de Schlumberger en Colombia sobre la importancia de la acreditación y así, lograr un mejor Soporte Técnico en las operaciones de campo y un servicio competente que garantice al cliente la Calidad en sus ensayos.

---

\* Tesis de Pregrado

\*\* Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Universidad Industrial de Santander, Directora: Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino, Codirector: PhD Dionisio Laverde Cataño.

## ABSTRACT

**TITLE:** QUALITY ASSURANCE OF THE STIMULATION AND THE TECHNICAL COMPETITION OF STIMULATION AND FRACTURE LABORATORY OF THE SCHLUMBERGER SURENCO NEIVA LOCATION, TROUGHT THE APPLICATION OF THE TESTING API RP39 AND API RP56 ACCORDING TO THE GUIDELINES OF ISO/IEC 17025:2005 NORM FOR THE ACCREDITATION\*.

**AUTHORS\*\*:** Milena Prada Chávez, Ángel Fabián Corredor Marín

**KEYWORDS:** Accreditation, norms, fracture, stimulation

### DESCRIPTION

Whit the development of this work, the stimulation and fracture laboratory has solid bases to implement and to accredit the testing API RP 39 and API RP56 according to the guidelines of the technical competence that requires the Technical standard NTC ISO/IEC 17025:2005 norm, These tests are the most important made in the laboratory, it includes all the analysis on hydraulic fracturing fluids and sand fracture making operators consider and decide on the most convenient time to stimulate an oil well at the lowest cost and highest profit .

Since the initial diagnosis of all processes in the laboratory, it was able to verify the scope and execution of the technical requirements demanded by the International Norm, this helped to propose an action plan for designing and documenting a quality system that ensures the technical competition and equally strengthen the customer service.

The laboratory now has all the technical tools to implement such as: personnel, the method and the environmental conditions to sensitize the Management of Schlumberger in Colombia about the importance of accreditation and this way, to achieve a better technician support in the field operations and a competent service that ensured the quality in the testing of the customers.

---

\*Thesis

\*\*Chemical Engineering, Faculty of physical Chemical Engineering, Universidad Industrial de Santander, head teacher: Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino, Co-head teacher: PhD Dionisio Laverde Cataño.

## 1. INTRODUCCIÓN

Schlumberger Sureco S.A -SLB- es una empresa de origen Francés líder mundial en servicios petroleros, suministro de tecnología, información y soluciones integradas de gestión de proyectos para clientes que trabajan en la industria del petróleo y gas. Fundada en 1926, trabaja en más de 80 países con oficinas principales en Houston, París y la Haya.

En Colombia, Schlumberger cuenta con dos laboratorios ubicados en Bogotá y Neiva, este último tiene como función principal, realizar pruebas y ensayos para estimulación y fractura de pozos petroleros a nivel nacional requeridos por los clientes, generalmente Operadoras Petroleras (ECOPETROL, Petrobras, Petrominerales, OXY -Occidental Petroleum Corporation, BP -British Petroleum, etc) para determinar aquellos productos y métodos que mejor se adapten a sus necesidades de producción e inversión.

Este trabajo busca iniciar un proceso para acreditar los ensayos más importantes realizados en el laboratorio según los lineamientos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 “*Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*” para generar resultados técnicamente válidos y competentes según las necesidades y exigencias de los clientes.

Para el laboratorio, este proyecto le permitirá definir una estructura organizativa, implementar una metodología y continuar con la acreditación y validación de los ensayos restantes.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 OBJETIVOS**

#### **2.1.1 Objetivo General**

Diseñar y documentar un sistema de gestión de la calidad para la validación de los ensayos y pruebas realizados en el Laboratorio de Estimulación de Schlumberger, en Neiva, que garantice un mejoramiento continuo y fortalezca el proceso de acreditación mediante el cumplimiento de los requisitos exigidos por la Norma ISO/IEC 17025:2005.

#### **2.1.2 Objetivos específicos**

- Proponer un sistema de Gestión de la Calidad para el Laboratorio de estimulación teniendo en cuenta los lineamientos Técnicos de la Norma ISO/IEC 17025:2005.
- Elaborar y rediseñar los formatos necesarios para cumplir con los Requisitos Técnicos que exige la Norma ISO/IEC 17025:2005.
- Establecer una metodología documentada para el cumplimiento de los ensayos API RP39 y API RP56.

### **2.2 ALCANCE**

Establecer un sistema de Gestión de la Calidad que permita iniciar el proceso de acreditación mediante la documentación, registro y control de los ensayos API RP39 (RP 13M) y API RP56 para fluidos de fractura, siguiendo las exigencias Técnicas de la Norma ISO/IEC 17025:2005.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**

Los objetivos de un sistema de Gestión de la Calidad como estructura organizativa y contemplados por La Norma ISO 9000:2000 son: *La prevención*: Evitar que se produzcan errores e ineficiencias; *La detección*: Identificar los elementos causantes de los errores; *La corrección y mejora*: Eliminar las causas de los errores y mejorar los procesos; *La demostración*: Evidenciar objetivamente que se han cumplido los requisitos.

#### **3.2 ACREDITACION**

La Acreditación es un procedimiento por el cual se reconoce a un Laboratorio cuando demuestra la competencia técnica del personal y la validez técnica de sus operaciones. Los resultados de un ensayo de un laboratorio que tiene competencia técnica serán *confiables y exactos*.

#### **3.3 NORMA ISO/IEC 17025:2005**

La Norma ISO/IEC 17025 establece todos los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y/o calibración como criterios para la acreditación, estos son: Un sistema de Calidad, ser técnicamente competentes y ser capaces de generar resultados técnicamente válidos independientes de la cantidad de personal o el alcance de los ensayos. Esta Norma no contempla el cumplimiento de requisitos regulatorios y de seguridad relacionados con el funcionamiento del laboratorio; está dividida en cinco capítulos en los cuales establece Requisitos de Gestión y Requisitos Técnicos.

En este trabajo se contemplan solo los Requisitos Técnicos que determinan la exactitud y la confiabilidad de los ensayos y/o de las calibraciones realizadas por un laboratorio. En la Figura 1. Se exponen los tres factores más importantes de la competencia Técnica.

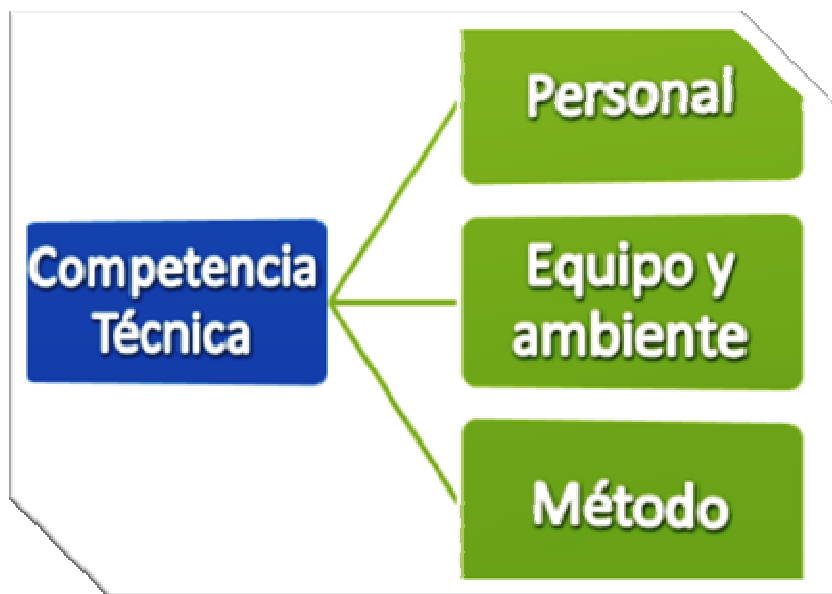


Figura 1. Pilares de la competencia técnica

### 3.4 REQUISITOS TÉCNICOS

#### 3.4.1 Personal

- La dirección debe asegurar la competencia de todos los que operan equipos, realizan ensayos y evalúan los resultados, debe proveer una supervisión apropiada para el nuevo personal y establecer unas metas claras de educación y formación específicas.
- De igual forma, la dirección debe autorizar a miembros específicos del personal para realizar tipos particulares de ensayos así como emitir reportes y certificados de calibración.
- El personal debe estar calificado sobre una educación, una experiencia y/o habilidades demostradas.

– El laboratorio debe tener una política y unos procedimientos para identificar las necesidades de formación del personal y proporcionarla, debe mantener actualizados los perfiles de los puestos de trabajo, tener registros de la competencia, del nivel de estudios y de la experiencia del personal contratado.

### **3.4.2 Equipo y ambiente**

– El laboratorio debe estar provisto con todos los equipos y software para el muestreo, la medición y los ensayos que logren la exactitud requerida, deben estar identificados (si están o no fuera de servicio), con sus respectivos programas de calibración, mantenimiento y procedimientos de manipulación segura, transporte y almacenamiento. Los equipos deben ser operados por personal autorizado y cada uno debe tener un registro de las partes que los componen.

– Las condiciones ambientales y las instalaciones deben facilitar la realización correcta de los ensayos y/o de las calibraciones, se debe tomar precauciones cuando se trabaje fuera del laboratorio y hacer seguimiento del entorno.

– El laboratorio debe documentar los requisitos técnicos para las instalaciones ambientales que puedan afectar los resultados de los ensayos y las calibraciones.

– Se debe controlar el acceso y uso de las áreas que afecten la calidad de los ensayos, asegurar orden y limpieza en el laboratorio y hacer una separación eficaz de las áreas incompatibles en el lugar de trabajo.

### **3.4.3 Métodos de ensayo y calibración, validación**

– El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados que satisfagan las necesidades del cliente y asegurar que utiliza la última versión vigente de las Normas Nacionales o Internacionales. Si se usan métodos no normalizados, éstos deben ser acordados con el cliente.

– El laboratorio debe validar los métodos no normalizados registrando sus resultados y aplicar procedimientos para estimar la incertidumbre de la medición.

### 3.5 LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA

El laboratorio de estimulación está ubicado en una zona de acceso limitado, allí se corren las pruebas y se realizan ensayos requeridos, supervisados y comprobados por los clientes, generalmente, preparación de Fluidos de Estimulación y Fractura, pruebas de compatibilidad, análisis de arenas y aguas. El personal de laboratorio también hace presencia en campo, supervisando los fluidos bombeados al pozo petrolero como soporte a los Ingenieros de operación. En la figura 2. Se presenta la estructura organizacional del laboratorio.

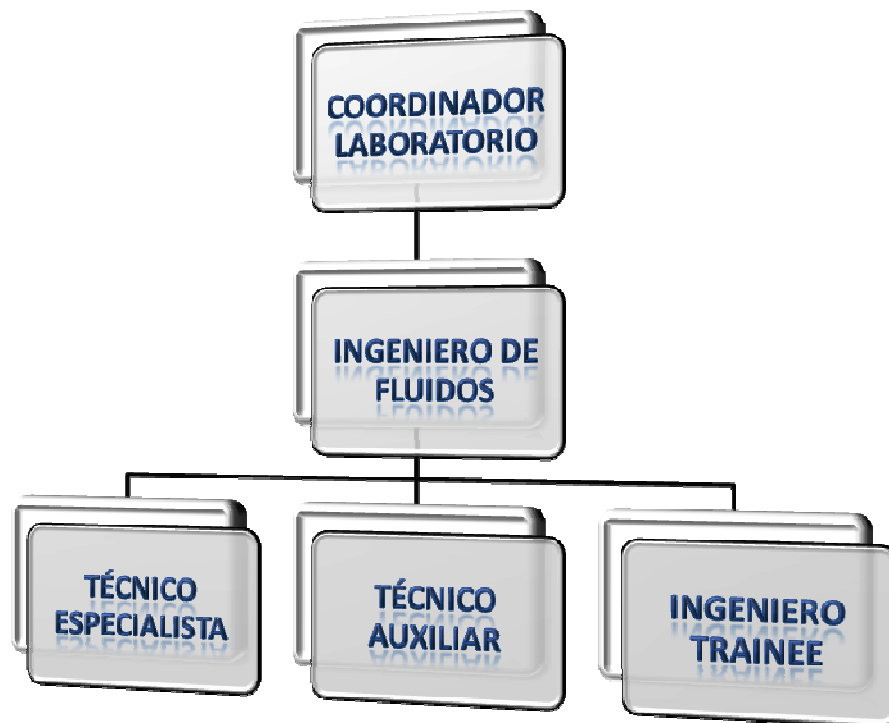


Figura 2. Organigrama Laboratorio de Estimulación y Fractura SLB -Neiva

El laboratorio de estimulación cuenta con personal capacitado y en continua formación profesional dentro de la empresa asistida desde los Centros de Entrenamiento que tiene Schlumberger en América y Europa. También cuenta con equipos (*Ver anexo 1*) y material de trabajo (*Ver anexo 2*) para realizar las pruebas y ensayos requeridos. Los clientes, generalmente solicitan el servicio del laboratorio para preparar Fluidos de Fractura, por esta razón, es el ensayo más importante que se lleva a cabo en el laboratorio.

### **3.5.1 Fluidos de Fractura**

Fluido de fractura o gel de fractura es una suspensión de tipo coloidal de partículas sólidas en un líquido a partir de un fluido base o lineal el cual se aditiva con productos gelificantes para incrementar la viscosidad. Este fluido es bombeado a grandes presiones hacia la formación y junto al material de relleno o propante produce la *Fractura hidráulica* (si el fluido base es agua) cuyo objetivo principal es aumentar la producción de los pozos que contienen crudo y/o gas, mejorando las propiedades de permeabilidad y porosidad de la formación<sup>1</sup>.

Posteriormente, el fluido es degradado perdiendo viscosidad con el tiempo por efectos de temperatura y *shear rate*<sup>2</sup> para ser removido de la formación (*Flowback*). En el laboratorio, los fluidos de fractura se preparan basados en las Normas API *American Petroleum Institute* y ASTM *American Society for Testing and Materials*.

### **3.5.2 Norma API Recommended Practices 39 (RP 13M)**

“Recommended Practices on Measuring the Viscous Properties of a Cross-linked Water-based Fracturing Fluid”.<sup>3</sup> La Norma se constituye por 6 capítulos: Introducción, Referencias, Definiciones y Nomenclatura, Procedimientos en el laboratorio, Procedimientos en campo y cálculo de las propiedades viscosas.

---

<sup>1</sup> Formación: conjunto de rocas con características geológicas semejantes que contienen crudo y/o gas de interés.

<sup>2</sup> Velocidad relativa a la cual una placa de Fluido es deslizada por otra placa, dividida por la distancia entre ellas.

<sup>3</sup> Prácticas recomendadas para la medición de propiedades viscosas de los Fluidos de Fractura reticulados base agua.

## **Propiedades asociadas al Fluido de Fractura**

Un Fluido de Fractura debe tener principalmente: suficiente viscosidad, baja fricción en la tubería, estabilidad de corte, estabilidad térmica, baja pérdida de sus propiedades, control de su degradabilidad y compatibilidad con los fluidos y rocas de la formación.

## **Procedimientos en el laboratorio**

En esta sección se presentan las prácticas más recomendadas para la preparación del fluido, las pruebas, los equipos requeridos y los instrumentos de calibración.

### **Fluido de Fractura base agua**

*Composición:* un fluido para fracturamiento hidráulico base o lineal está compuesto por agua, aditivos y un solución polimérica. Los aditivos se añaden dependiendo de la compatibilidad con la formación y pueden ser: estabilizadores de arcillas, agentes desmulsificantes, surfactantes y controladores de pH. Cuando se adiciona el cross-linked o activador, el fluido adquiere propiedades viscoelásticas de apariencia gelatinosa, a este fluido se le conoce como fluido reticulado.

*Preparación y pruebas:* La Norma recomienda los siguientes pasos para la preparación de los Fluidos de Fractura y las pruebas que se deben realizar.

- Hacer una breve descripción y/o composición de la base del fluido como la fuente de agua (si es desionizada, de la ciudad o del mar), medir el pH y el contenido de sales.
  
- Especificar la cantidad, el orden y el método de adición de cada componente, la temperatura y el tiempo de mezcla a una o más velocidades de mezcla. Si es necesario, esperar un tiempo antes de realizar las pruebas y determinar el volumen del fluido para hacer los ensayos. Medir el pH, la temperatura y la viscosidad aparente de la solución polimérica antes de ser adicionada a la mezcla agua-aditivos, bombear el fluido a través del *Shear history simulator SHS* y preparar y operar el viscosímetro.

*Equipo recomendado:* se recomienda tener a disposición en el laboratorio un mezclador batch, un *shear history simulator SHS*<sup>4</sup>, una bomba de desplazamiento primario, una bomba para adicionar el crosslinked<sup>5</sup>, un mezclador en línea y un viscosímetro (presurizado o no presurizado).

*Calibración:* Se debe calibrar el SHS para determinar la velocidad de flujo, el tiempo, la presión y la temperatura durante la prueba, se debe calibrar el viscosímetro (presurizado o no presurizado) para hacer correctas mediciones de velocidad (rpm) y torque que determinan la viscosidad.

### **3.5.3 Norma API RP 56**

“Recommended Practices for Testing Sand Used in Hydraulic Fracturing Operations”.<sup>6</sup> La Norma está compuesta por 10 capítulos que hacen referencia a los ensayos para arenas de fractura y la forma como se realizan, éstos son: Alcance, Referencias, procedimientos recomendados para muestreo, manipulación, almacenamiento, análisis granulométrico, esfericidad, redondez, contenido de partículas (arcillas y turbidez), resistencia al aplaste, solubilidad en ácido y análisis mineralógico para arenas de fractura.

### **Propiedades asociadas a los propantes, apuntalantes o material de relleno**

– El Fracturamiento Hidráulico no puede llevarse a cabo sin el material de relleno, ya que su función principal es mantener abierta la fractura durante el bombeo y quedar depositado una vez se retira el fluido, constituyendo una especie de filtro granular para optimizar la permeabilidad de la formación y aumentar el flujo de los fluidos. Existen varios tipos de propantes o material de relleno, generalmente son: arena común, agentes cerámicos fundidos, bauxita sinterizada o arena recubierta.

---

<sup>4</sup> Equipo diseñado para simular los efectos de cizalla del fluido durante y después de la operación, es una herramienta indispensable para evaluar el diseño del fluido y la optimización del proceso.

<sup>5</sup> Es el aditivo que reacciona con el polímero del fluido de fractura formando enlaces cruzados que le dan la consistencia gelificante.

<sup>6</sup> Prácticas recomendadas para análisis de arenas usadas en operaciones de Fractura Hidráulica

– Los propantes ideales deben ser: resistentes al aplastamiento, ligeramente deformables, compatibles con los fluidos, de baja gravedad específica, que no sean propensos a retornar ni al incrustamiento, que sean resistentes a los químicos, que estén disponibles y que sean económicos, además deben ser suficientemente porosos y sus poros estar interconectados para facilitar la permeabilidad.

### **Propantes o apuntalantes**

El objetivo de estas pruebas es evaluar las propiedades físicas de las arenas de fractura determinando la calidad de las mismas y su viabilidad para usarlas en determinado fracturamiento hidráulico. *Equipo recomendado:* La Norma recomienda tener en el laboratorio un dispositivo rectangular para muestreo, un equipo reductor de muestra, un selector de tamaños de partícula, un set de mallas calibradas, una tamizadora, una balanza con precisión de 0.1g o mayor y capacidad mínima de 100g.

## 4. METODOLOGIA

Cuando una Organización decide iniciar un proceso formal de mejora que pretende tener reconocimiento no solo de sus clientes, sino también de Organismos Externos, se deben considerar factores como: el diagnóstico, la preparación, la implementación, el control y el mantenimiento del Sistema de Gestión. En este trabajo, se llevan a cabo las dos primeras etapas para los Requisitos Técnicos que exige la Norma ISO/IEC 17025:2005 que posteriormente serán implementarlas cuando el laboratorio lo decida. La metodología de trabajo consistió en tres fases:

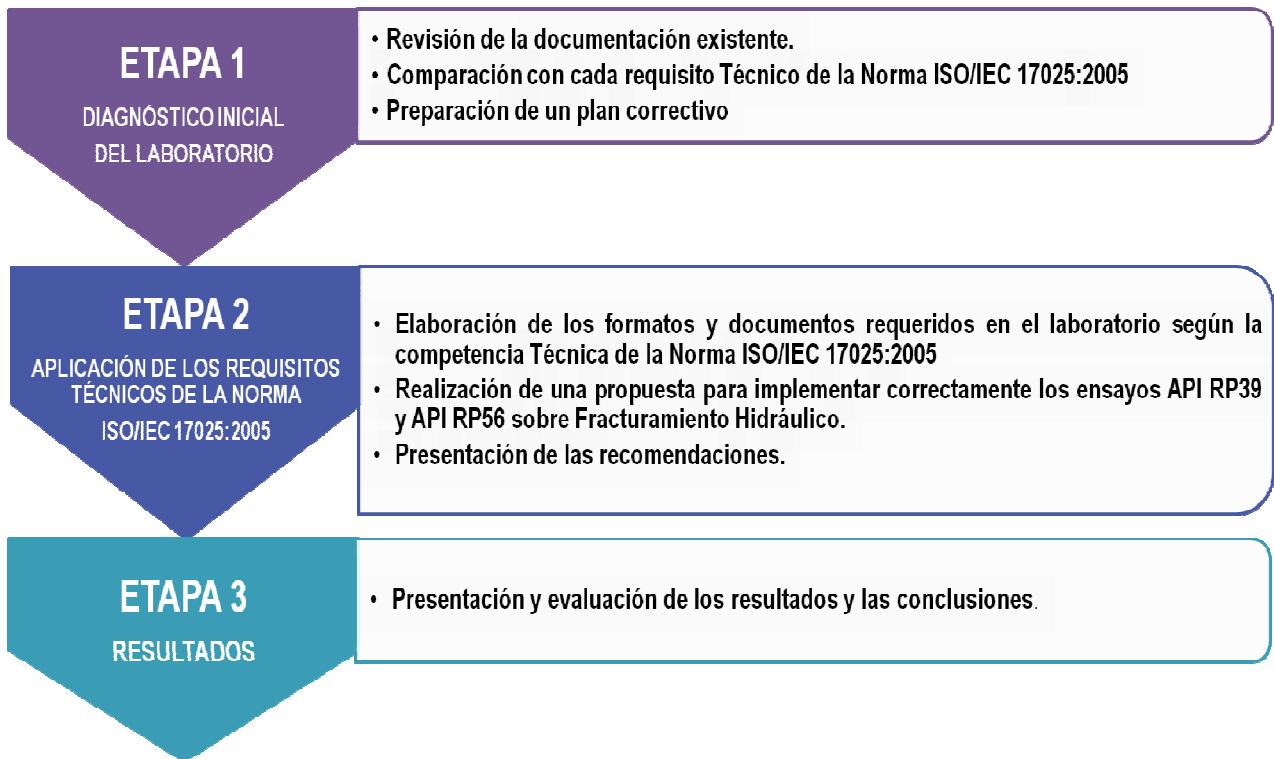


Figura 3. Metodología del proyecto

El primer paso fue hacer un análisis sobre el estado inicial del laboratorio, se consultó toda la documentación existente como Normas, estándares, formatos, métodos y otros, se hizo una comparación con los requisitos técnicos exigidos por la Norma ISO/IEC 1705:2005 para determinar los puntos a favor y en contra, después de realizado este

procedimiento, se elaboró un plan correctivo o plan de acción el cual especifica qué aspectos se deben mejorar respecto a la competencia Técnica.

El segundo paso consistió en diseñar y elaborar la documentación faltante especialmente para la correcta aplicación de las Normas API RP39 (RP 13M) y API RP56 ya que son los ensayos más representativos practicados por el laboratorio.

Finalmente se presentaron las conclusiones y recomendaciones.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ETAPA 1. Diagnóstico inicial del Laboratorio

En el mundo, Schlumberger es una de las Compañías más comprometidas con la Salud, la Seguridad y Medio Ambiente, sus siglas en inglés *HSE*, cuenta con unas políticas sólidas a nivel Nacional e Internacional a través de un sistema de estándares implementados en cada una de sus líneas de trabajo, en este caso Well Services<sup>7</sup>, línea a la que pertenece el Laboratorio de estimulación, no está exenta de ello, pero el Laboratorio se inclina más en la seguridad del trabajador y deja a un lado la calidad de sus ensayos interrumpiendo su proceso de Acreditación como sí lo han logrado algunos de sus homólogos a nivel Internacional.

Cabe destacar que el objetivo de este proyecto es buscar la Competencia Técnica sin descuidar la Seguridad.

Al recopilar toda la documentación (física y sistemática) disponible en el laboratorio de estimulación se encontró: unas Normas API de los años 1970 -1980, manuales de operación de algunos equipos, Fichas de Seguridad de productos químicos, procedimientos obsoletos para análisis de aguas, procedimientos para la preparación de los Fluidos de Fractura, formatos para presentación de Informes, las políticas y estándares de seguridad de Schlumberger, los formatos para la solicitud de ensayos en el laboratorio, entre otros.

Cuando se comparó la competencia Técnica actual del laboratorio con los requisitos que exige La Norma (*Ver anexo 3*) se identificaron las fortalezas y las debilidades presentes, además, se concluyó que de los 51 requisitos técnicos a cumplir, el 92% se debe documentar e implementar y el 8% se debe revisar y mejorar. Desde este punto de vista, se puede decir que:

---

<sup>7</sup> Servicios para pozos

1.En el laboratorio no se documentan, no se registran ni se controlan los aspectos como la formación del personal, los equipos y las condiciones ambientales.

2.No existen programas de mantenimiento, de calibración y de manipulación de los equipos.

3.No hay procedimientos para asegurar la calidad de los productos químicos.

4.No hay formatos establecidos para la presentación de informes ni para registrar “trabajos no conformes”.

5.No se cuenta con un sistema técnico competente que asegure la calidad de los ensayos.

6.No se identifican los factores relacionados con la exactitud, la confiabilidad y la incertidumbre de los ensayos ni se hace referencia a la forma de muestreo.

7.No se registran los préstamos de equipos y de material, no se delegan funciones y responsabilidades porque los ensayos los realiza el personal disponible.

8.Se deben mejorar las zonas de trabajo, el laboratorio está dividido de acuerdo a la compatibilidad de sus ensayos pero se debe mejorar el área de almacenamiento químico.

9.El formato de presentación de informes debe rediseñarse ya que no cumple a cabalidad con los requisitos que exige la Norma.

La fortaleza más sobresaliente que tiene el laboratorio corresponde a la competencia del personal ya que Schlumberger tiene un programa de entrenamiento específico por área donde se desarrollan las habilidades, se monitorea la experiencia y se identifican las fallas logrando así una preparación continua del personal.

Con el fin de asegurar la calidad técnica de los ensayos, cumpliendo con los requisitos que exige la Norma ISO/IEC 17025:2005 se propone el plan de acción presentado en el *Anexo 4* con el fin de lograr los objetivos propuestos.

## 5.2 ETAPA 2. Aplicación de los Requisitos Técnicos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 a los ensayos API RP39 y API RP56

Se diseñó y documentó los formatos y procedimientos relativos a las Normas API RP39 y API RP56 según los Requisitos Técnicos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 de la siguiente manera:

### 1. Procedimiento para elaboración de documentos

Se diseñó un formato de instrucciones para la elaboración de documentos con el fin de estandarizarlos, este incluye: un encabezado, un pie de página, una forma para la identificación del documento, el control del documento, el cuerpo del documento y el formato del documento (tipo de letra, alineación, tamaño). Todo documento elaborado en el laboratorio debe presentarse de la siguiente manera:

**a) Encabezado:** Debe figurar en todas las hojas de los documentos técnicos en letra Univers 57 condensed (letra oficial de Schlumberger) tamaño 11 y alineación centrada.

		<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA	3	4
Verificado por:	1	5	6
Aprobado por:	2	Fecha	Paginación

Figura 4. Encabezado de documentos

- En la siguiente casilla debe ir el nombre del laboratorio.
- En la casilla identificada con el número 1 debe ir el tipo de documento, por ejemplo: manual de calidad, manual de equipos, Informe de resultados.

– En la casilla 2 debe ir el nombre del documento, por ejemplo: procedimiento de calibración, procedimiento de mantenimiento, control de calidad o el título de alguna prueba realizada.

– En las casillas de la derecha se ubica el logo, en el numeral 3 el código del documento, en el 4 el estado de revisión del documento o el número de identificación del ensayo en caso de ser el documento un informe de resultados.

– En la casilla 5 va el nombre del cliente (si es un reporte), equipo, producto o algún ítem referido en el documento. En la casilla 6 irá el nombre del pozo petrolero (si es un informe de resultados) o la ubicación del equipo, producto U otro aspecto al que hace referencia el documento.

– En las últimas casillas va la fecha y el número de páginas del documento.

**b) Pie de página:** En el pie de página debe ir el siguiente texto por ser un documento propiedad de Schlumberger en formato arial tamaño 8:

---

**Proprietary Rights:** This report is based on confidential information and neither this report nor any other part may be disclosed directly or indirectly to any third party without the prior written authorization of Schlumberger.

**Liability:** This report is presented in good faith, but no warranty is given and any user of this report agrees to absolve and hold Schlumberger harmless against any consequences resulting from the use thereof.

### **c) Identificación del documento**

#### **- Manual de procedimientos, NCO-MP-XX-YY**

NCO = Neiva, Colombia

MP = Manual de Procedimientos

XX = Número del proceso (de 01 a 16)

YY = Número del documento (a partir de 01 para cada proceso)

#### **- Formatos, NCO-F-XX-YY**

NCO = Neiva, Colombia

F = Formato

XX = Número del proceso (de 01 a 16)

YY = Número del documento (a partir de 01 para cada proceso)

**- Manual de Equipos y elementos de referencia, NCO-ER-XXY**

NCO = Neiva, Colombia

ER = Manual de Equipos y elementos de referencia

XX = Numero del equipo

Y = Letra que identifica el tipo de equipo

**- Manual de reactivos y productos químicos, NCO-RQ-XXXX**

NCO = Neiva, Colombia

RQ = Manual de reactivos y productos químicos

XXXX = Número producto

**- Manual de mantenimiento de equipos y elementos de referencia, NCO-MER-XXY**

NCO = Neiva, Colombia

MER = Mantenimiento de equipos y elementos de referencia

XX = Numero del equipo

Y = Letra que identifica el tipo de equipo

**- Manual de calibración de equipos y elementos de referencia, NCO-CER-XXY**

NCO = Neiva, Colombia

CER = Calibración de equipos y elementos de referencia

XX = Numero del equipo

Y = Letra que identifica el tipo de equipo

## **2. Diagrama de procesos**

Un diagrama de procesos es una representación que define todas las macroactividades que se realizan en el laboratorio y que se identificaron con el fin de codificar y facilitar la

elaboración de los documentos. Los procesos se dividieron en dos categorías: procesos de ensayo en el laboratorio y procesos adicionales. Ver figura 5 y Anexo 5

**3. Solicitud del ensayo:** El Ingeniero de campo debe solicitar los ensayos al laboratorio mediante el formato NCO-F-03-03, lo que actualmente se conoce como LAR<sup>8</sup> por sus siglas en inglés Laboratory Analysis Request, este formato está diseñado en inglés y estandarizado para todos los laboratorios de Well Services. Para la solicitud de los ensayos se diseñó el procedimiento NCO-MP-04-01 en conjunto con los Ingenieros de campo, el personal de bodega y el personal del laboratorio, Ver figura 6.

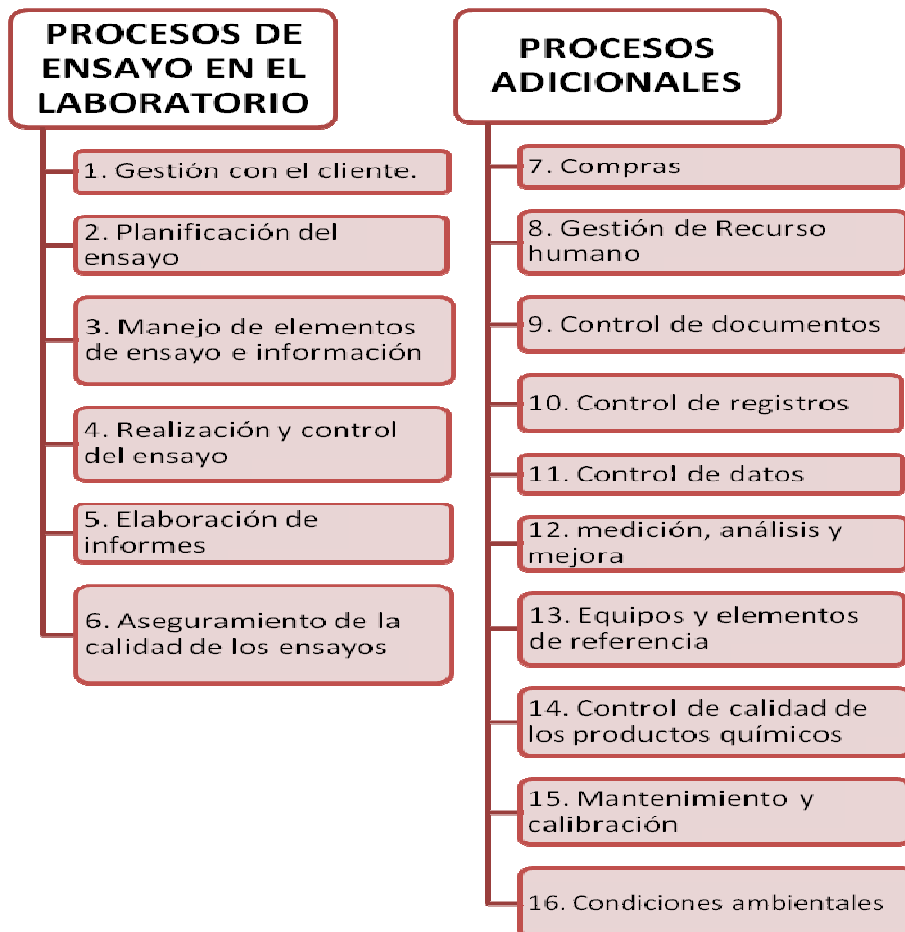


Figura 5. Diagrama de procesos laboratorio de estimulación y fractura

<sup>8</sup> Private Schlumberger

**4. Recepción de muestra:** toda muestra debe controlarse según el formato NCO-F-03-01. Ver figura 7.

**5. Equipos:** para llevar a cabo los ensayos de las Normas API RP39 y API RP56 se necesita: un viscosímetro, una balanza, un mezclador, un pHmetro, un espectrofotómetro, un titulador, un baño térmico, un termómetro digital, hidrómetros de diferentes escalas, tamices recién calibrados que cumplan con los requerimientos de la USA serie de tamices de 8 pulgadas de diámetro, referencia ASTM E11-95 *Specifications for Wire-Cloth Sieves for testing Purposes* y una tamizadora electrónica.

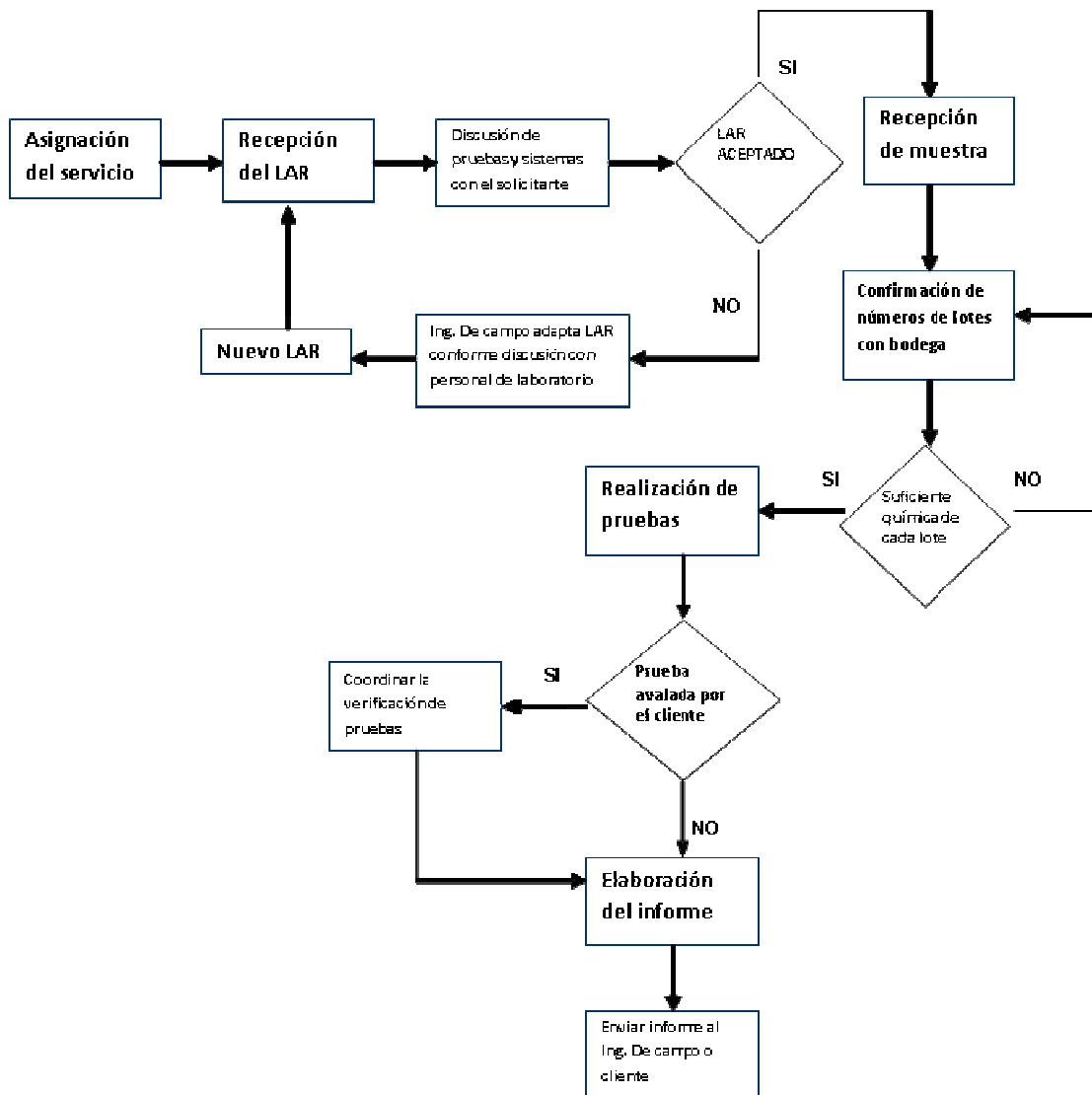


Figura 6. Procedimiento para solicitud de ensayos NCO-MP-04-

**6. Ficha Técnica de equipos:** cada equipo debe tener su “Hoja de vida” actualizada según el Formato NCO-F-13-03 *Ver figura 8.*

**7. Mantenimiento de equipos:** según los requisitos técnicos de la Norma ISO/IEC 17025 es necesario llevar un registro de mantenimiento de los equipos del laboratorio, que permita conocer las condiciones del equipo, si necesita reparación, si está fuera de servicio, si necesita el cambio de una o varias piezas o si debe estar fuera de servicio, etc. Para esto, se diseñó el formato NCO-F-04-01 *Ver figura 9.*

**8. Calibración de equipos:** Todo equipo del laboratorio debe ser calibrado antes de someterlo a ensayo, además, debe existir un programa para las calibraciones realizadas fuera del laboratorio, por una entidad competente. Los equipos usados en las Normas API RP39 y API RP56 necesitan unos requisitos generales para su calibración. *Ver figura 10.*

						<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:		LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA				NCO-F-03-01A	Rev: 1:1
Verificado por:		PROCESOS DE ENSAYO E INFORMACION					
Aprobado por:		FORMATO DE RECEPCION DE MUESTRAS				Fecha	Paginación
<b>GENERALIDADES</b>	CLIENTE:						
	POZO:		Fecha de recepción:		Quién entrega:		Quién recibe:
	Ing. De campo responsable				Ing. De laboratorio responsable		
	Tipo de muestra			Cantidad:		Procedencia:	
<b>CARACTERISTICAS</b>	Identificación:						
	Ubicación:	Otros datos:					
	Descripción:						
	Rechazo de muestra		Fecha:		Justificación:		
	SI						
	NO						
Quién autoriza el rechazo:							

Figura 7. Formato recepción de muestra NCO-F-03-01

				<b>Schlumberger</b>			
Preparado por:	LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA			NCO-F-13-03	Rev: 1:1		
Verificado por:	EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA			Codigo equipo			
Aprobado por:	FORMATO FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			Fecha	Paginación		
DESCRIPCION							
Nombre del equipo:							
Marca:	Modelo:			Serie No.			
Ubicación:		Término de garantía (fecha):					
Período de garantía:		Fecha de ingreso (lab):					
Fecha de recepción (almacén):		Fecha de instalación:					
Responsable de instalación:		Fecha puesta en servicio:					
ADQUISICION							
Costo:		Orden de compra:					
Fabricante:		Proveedor:					
Condiciones iniciales		Nuevo	Usado	Reacondicionado			
Información técnica (señale la documentación que aplique):							
manual de operaciones	Otros:						
manual de instalación							
manual de servicio							
manual de partes/accesorios							
No existe información técnica							
Certificado de garantía	Otros:						
Certificado de producción							
ESPECIFICACIONES TECNICAS							
Generales		mecánico	eléctrico	electrónico	automático	semiautomático	
		otro cual?					
Dimensiones: altoxanchoxlargo:			Voltaje de alimentación:			Elementos adicionales	
Frecuencia de alimentación:			Consumo:			SI	
Capacidad:			precisión:			NO	
Elementos y/o partes móviles				Cantidad		No. Inventario	
Elementos de medición y control				Cantidad		No. Inventario	
El equipo cuenta con software?		SI	NO				
Nombre del software		Fecha de adquisición	Versión	Fabricante	No. De Inventario	medio de almacenamiento	
OPERACIÓN							
Actividades:							
Restricciones:							
Requerimientos de instalación:							
OBSERVACIONES:							

Figura 8. Formato Ficha técnica de equipos NCO-F-13-03

			<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:	LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA	NCO-F-04-01	Rev 1:1	
Verificado por:	MANUAL DE EQUIPOS	Código del equipo		
Aprobado por:	FORMATO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Fecha	Paginación	
Nombre del equipo:				
Marca:				TIPO DE MANTENIMIENTO
Modelo:				Correctivo
Serie:				Preventivo
Fecha de mantenimiento:	Próximo mantenimiento:			
<b>IDENTIFICACIÓN Y PARTES DEL EQUIPO PARA MANTENIMIENTO</b>				
DESCRIPCIÓN POR PARTE DEL USUARIO (Identifica el problema y la necesidad de mantenimiento):				
DESCRIPCIÓN POR PARTE DEL COORDINADOR DE MANTENIMIENTO (detalles de las partes que necesitan mantenimiento y el costo estimado):				
<b>SERVICIO DE MANTENIMIENTO</b>				
Responsable:				
El mantenimiento se hace dentro o fuera del lab?	SI			
	NO			
Empresa que lo realiza:				
Descripción del servicio:				
Hallazgos encontrados y/o acciones realizadas:				
Equipos usados para mantenimiento:				
<b>CONFORMIDAD DEL SERVICIO</b>				
Conformidad?	SI		CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO	SI
	NO			NO
OBSERVACIONES:				

Figura 9. Formato de mantenimiento de equipos NCO-F-04-01

ítem	Equipo	Requisito de calibración
1	Viscosímetro	manual de uso y kit de calibración
2	balanza	Tener el equipo encendido 30 min antes de su calibración y un juego de masas individuales calibradas, en buen estado
3	mezclador	manual de uso y tacómetro
4	pHmetro	manual de uso y soluciones tamponadas
5	espectrofotómetro	equipo encendido 30 min antes de su calibración
6	titulador	escala legible
7	baño térmico	con catálogo
8	termómetro digital	
9	hidrómetro	Información de con qué tipo de líquidos trabaja
10	tamices	ASTM E11-95
11	tamizadora electrónica	con catálogo

Figura 10. Requisitos de calibración para los equipos usados en las Normas API RP39 y API RP56

**Períodos de calibración/verificación:** el período de calibración/verificación es el tiempo que debe transcurrir entre dos calibraciones/verificaciones consecutivas de un equipo de tal manera que, la fiabilidad de los resultados de las medidas realizadas con este equipo esté asegurada durante este tiempo.

Los períodos de calibración/verificación dependerán de las recomendaciones del fabricante, de los estándares de calibración o del uso de los equipos. Este procedimiento queda registrado en el formato NCO-F-15-03 *Ver figura 11* “Programa de calibración/verificación”.

**Programa de calibraciones y verificaciones:** este formato, permite conocer el estado de los equipos y el jefe de laboratorio es el responsable de gestionar el cumplimiento del programa.

									<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:			LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA						NCO-F-15-03	Rev 1:1
Verificado por:			MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN EQUIPOS DE LABORATORIO							
Aprobado por:			PROGRAMA DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS						Fecha	Paginación
ítem	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Fecha de última calibración	Fecha próxima calibración	Encargado de calibración	Calibración conforme	OBSERVACIONES	
1	Viscosímetro									
2	balanza									
3	mezclador									
4	pHmetro									
5	espectrofotómetro									
6	titulador									
7	baño térmico									
8	termómetro digital									
9	hidrómetro									
10	tamices									
11	tamizadora electrónica									

**Figura 11. Programa de calibración de equipos**

**9. Materiales químicos para ensayo<sup>9</sup>:** Todos los productos químicos usados en los ensayos deben estar identificados con un número de lote, fecha de fabricación y fecha de ingreso a la bodega, así, se podrá conocer la calidad del producto y la viabilidad de su uso, además deben tener una Ficha de seguridad MSDS de fábrica que especifique las propiedades, peligros, manipulación y almacenamiento. Se diseñó un formato para el control de inventario de los químicos usados en la preparación de Fluidos de Fractura. *Ver figura 12.*

---

<sup>9</sup> Private Schlumberger, los códigos y la descripción de los materiales son propiedad de SLB

**10. Control de calidad de los productos químicos:** A cada nuevo lote de producto se le debe realizar un control de calidad QA/QC<sup>10</sup>, según el formato diseñado NCO-F-14-03. Ver figura 13.

**11. Documentación para la preparación del fluido de fractura y selección de arenas de fractura:** para realizar el ensayo API RP39 se debe tener en cuenta varias cosas, una de ellas es el diseño de una lista con el fin de comprobar que se cuenta con todo el material necesario para el desarrollo de las pruebas. Ver figura 14, igualmente un formato para el reporte de resultados del análisis de agua y otro de las propiedades del fluido de fractura preparado en el laboratorio. Ver figuras 15 y 16 respectivamente.

						<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:		LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA				NCO-F-14-02	Rev 1:1
Verificado por:		CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS					
Autorizado por:		FORMATO CONTROL DE INVENTARIO				Fecha	Paginación
ítem	Código	Descripción	Unidad	lotes	fecha de fabricación para cada lote	fecha de ingreso para cada lote	cantidad total disponible en bodega
1	F103	EZEFLO* SURFACTANT	galones				
2	J218	BREAKER	libras				
3	J457	SLURRY GUAR	libras				
4	J494	PH CONTROL	libras				
5	L010	CROSSLINKER	libras				
6	M003	SODA ASH	libras				
7	M117	KCl	libras				
8	M290	BACTERICIDE	galones				
9	U051	DIESEL	galones				
10	W053	NON-EMULSIFYING AGENT	galones				

**Figura 12. Formato para el control de inventario NCO-F-14-02 de los químicos usados en la preparación de un Fluido de Fractura.**

<sup>10</sup> Quality Assurance/Quality control

		<b>Schlumberger</b>			
Preparado por:	LABORATORIO DE ESTIMULACION Y FRACTURA	NCO-F-14-03	Rev: 1:1		
Verificado por:	CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS	Identificación del producto			
Aprobado por:	FORMATO QA/QC	Fecha	Paginación		
<b>DESCRIPCION</b>					
Nombre del producto:		Fecha de muestreo:			
Código:	Lote:	Cantidad de muestra tomada:			
Tipo de producto:	Precauciones generales:				
Fecha de ingreso:			Fecha de fabricación:		
<b>GENERALIDADES</b>					
Materiales necesarios para realizar el control de calidad:					
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:					
<b>PARÁMETROS (Descripción de los parámetros y rangos que identifican la calidad del material)</b>					
<b>RESULTADOS (en cada casilla se escribe en nombre de la prueba a realizar y los resultados)</b>					
Cantidad de material que queda en malla 100	pH	Hierro (ppm)	otro	otro	otro
PASA EL CONTROL DE CALIDAD?	SI	NO			
Si la respuesta es No, explique por qué?:					
OBSERVACIONES:					

Figura 13. Formato para el control de calidad de los productos químicos

						<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:		LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA			NCO-F-02-01	Rev 1:1	
Verificado por:		FORMATO CHEQUEO DE RECURSOS					
Aprobado por:		PREPARACIÓN FLUIDOS DE FRACTURA			Fecha	Paginación	
EQUIPO		Marca	Modelo	Serie	El equipo está calibrado	Fecha de última calibración	LISTO PARA USO
1	Viscosímetro						
2	Balanza						
3	Mezclador						
4	pHmetro						
5	espectrofotómetro						
6	Titulador						
7	baño térmico						
8	Termómetro digital						
REACTIVOS		Marca	Lote	Fecha de fabricación	Fecha de vencimiento	Cantidad disponible	LISTO PARA USO
9	Manver						
10	Calver						
11	Solución buffer para determinación de dureza y calcio						
12	Cartucho EDTA						
13	Cartucho H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						
14	Metil naranja						
15	Fenofaleína						
16	Sulfaver						
17	Bariver						
18	Ferover						
19	Agua destilada						
MATERIALES		Cantidad	Capacidad/precisión	Estado (bueno, malo, regular), POR QUÉ?		LISTO PARA USO	
20	Hidrómetros						
21	Pipetas						
22	Pera succionadora						
23	Vasos de precipitado						
24	Celdas						
25	Erlenmeyers						
26	Papel pH						
27	Probetas						
28	Jeringas						

Figura 14: Lista de chequeo de equipos y materiales para el ensayo API RP39

			<b>Schlumberger</b>		
Preparado por:	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA	NCO-F-05-05	Rev 1:1		
Verificado por:	FORMATO DE REPORTE DE RESULTADOS	Cliente	Pozo		
Aprobado por:	CONTROL DE CALIDAD DEL FLUIDO DE FRACTURA	Fecha	Paginación		
Tipo de Fluido:		Volumen a preparar:			
<b>CARACTERIZACIÓN DE LOS FLUIDOS</b>					
1. AGUA + ADITIVOS	pH		2. POLÍMERO	Ge	
	Ge			pH	
	%KCl			Temp.°C	
	Temp. °C				
3. GEL LINEAL	pH		4. Solución Activadora	pH	
	Temp.°C			Ge	
	Ge			Concentración	
	Viscosidad a 511 s <sup>-1</sup> 80F		5. Solución rompedora	pH	
		Ge			
			Concentración		
6. GEL ACTIVADO	pH		El fluido cumple con las propiedades de diseño?	SI	NO
	Temp.°C		Si la respuesta es No, explique por qué?:		
	Ge				
	Viscosidad a 511 s <sup>-1</sup> 80F				
	Tiempo de cierre de vórtex				
	Tiempo de rompimiento				
Temp. De rompimiento F					
<b>OBSERVACIONES:</b>					

Figura 15: Formato para el control de calidad de los fluidos de fractura NCO-F-05-05



Para el análisis de agua, se debe cumplir con los procedimientos internos especificados en la tabla 1. Que corresponden a las Normas ASTM para evaluación de aguas y los parámetros establecidos en la tabla 2.<sup>11</sup> Para la solución polimérica, la solución activadora, quebradora, el gel lineal y el fluido activado se deben cumplir los parámetros especificados en las tablas 4. 5. 6. 7. Respectivamente.

METODO	NORMA	PROCEDIMIENTO
pH	ASTM D1293-84 D1293-99R05 Test Methods for pH of Water	NCO-MP-04-01
Gravedad específica Ge	ASTM D1429-03 Test Methods for Specific Gravity of Water and Brine	NCO-MP-04-05
Turbidez	ASTM D1889-00 Test Method for Turbidity of Water	NCO-MP-04-11

Tabla 1. Métodos de medición para aguas de pH, Ge y turbidez

METODO	NORMA	PROCEDIMIENTO	CARACTERISTICA	RANGO para un fluido de las series YF100LG
Determinación de calcio y magnesio	D0511-03 Test Methods for Calcium and Magnesium In	NCO-MP-04-02	El calcio y el magnesio son la fuente de dureza del agua	Calcio <1100 ppm magnesio <1200ppm
Determinación de cloruros	D0512-04 Test Methods for Chloride Ion In Water	NCO-MP-04-07	Los cloruros son un indicativo de que tan ácida puede ser la muestra.	<4%
Determinación de sulfatos	D0516-02 Test Method for Sulfate Ion in Water	NCO-MP-04-08		
Alcalinidad	D1067-02 Test Methods for Acidity or Alkalinity of Water	NCO-MP-04-04	los carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos aumentan la alcalinidad. Los bicarbonatos controlan la calidad de los fluidos de fractura porque tienden a tardar la hidratación del gel, además es un indicativo del alto pH o de los carbonatos presentes.	Bicarbonatos <600ppm
Determinación de Hierro	D1068-03 Test Methods for Iron in Water	NCO-MP-04-06	Una alta concentración de hierros, acelera el rompimiento del fluido (degradabilidad) resultando un reticulamiento débil.	8-25 ppm
Determinación de bario	D4382-02 Test Method for Barium in Water, Atomic Absorption Spectrophotometry, Graphite Furnace	NCO-MP-04-09		
Determinación de potasio	D4192-03 Test Method for Potassium in Water by Atomic Absorption Spectrophotometry	NCO-MP-04-10		

Tabla 2. Métodos de medición y rangos establecidos de la calidad del agua para preparación del Fluido de Fractura YF120LG

<sup>11</sup> Estos

Dos de los parámetros especificados en la figura 15 son el tiempo de cierre del vórtex que es el *tiempo transcurrido una vez se termine de adicionar las dos soluciones hasta cuando se cierra el vórtice generado por el eje del agitador mecánico* y el tiempo de “release” o de completamiento *desde que se inicia la agitación manual hasta que el gel adquiera la consistencia final*. Estos dos tiempos permiten caracterizar qué tan efectiva fue la preparación del gel<sup>12</sup>.

La formulación para los fluidos de fractura ha sido establecida mediante estudios previos de la formación, en Schlumberger, se han implementado diferentes formulaciones estándar que se ofrecen al cliente en el portafolio de servicios, el Ingeniero de campo suministra la formulación específica al Ingeniero de fluidos en el laboratorio como se muestra en la tabla 3.; los componentes han sido codificados y son propiedad privada de la Compañía. Para un fluido YF120LG<sup>13</sup> la cantidad y el orden de adición de los componentes es el siguiente:

Código	Producto	Unidad	Concentración	Lote
<b>Fluido base o lineal</b>				
<b>Agua + aditivos</b>				
	Agua	gpt		
M290	Bactericida	gpt	0.25	
M117	Estabilizador de arcillas	ppt	167	
W053	desmulsificante	gpt	1	
F103	surfactante	gpt	2	
<b>Solución polimérica</b>				
J877	U051 (Diesel)	% p/p	49	
	J457 (polímero)	% p/p	51	
<b>Fluido reticulado (fluido base + sin activadora)</b>				
<b>Solución activadora 11gpt</b>				
	Agua	gpt		
M003	Bactericida	ppt	5	
J494	Control pH	ppt	12	
L010	Reticulador o crosslinked	ppt	1.6	
<b>Solución quebradora</b>				
	Agua	gpt		
J218	quebrador (oxidante)	ppt	2.5	

Tabla 3. Composición de un Fluido de Fractura YF120LG

<sup>12</sup> API RP39 o 13M

<sup>13</sup> Nomenclatura de SLB para identificar los Fluidos de Fractura: YF = Tipo de fluido (WideFrac –crosslinked gel); primer dígito 1: Indica la combinación polímero / Crosslinked (Polímero Guar Gum con Crosslinked tipo borato); segundo y tercer dígito 20: Indica el peso del polímero (20lb/1000gl gel reticulado); el postscript LG indica la característica especial del fluido (Low Guar concentration)

La concentración en la tabla 3. está expresada en unidades trabajadas en campo<sup>14</sup>:

Parámetro	Valor
pH	6-8
Ge	1.06

Tabla 4. Propiedades de la solución polimérica para YF120LG

Parámetro	Rango
pH	6-8
Ge	1.024-1.012
Viscosidad a $170s^{-1}$ (100rpm) y T= 80F	18-22 cp
Viscosidad a $570s^{-1}$ (300rpm) y T= 80F	12-14 cp

Tabla 5. Propiedades del Fluido de Fractura lineal WF120 LG. WF tipo de fluido. WaterFrac (Fluido lineal)

Parámetro	Solución activadora	Solución quebradora
Temperatura	20-40°C	20-40°C
pH	12-13	1.5-2.5
Ge	1.4-1.5	0.994-1.006

Tabla 6. Propiedades de la solución activadora y quebradora para el fluido de fractura YF120 LG

Parámetro	Rango
Temperatura °C	20-40
pH	9.6-9.9

Tabla 7. Propiedades del fluido de fractura reticulado YF120LG

<sup>14</sup> gpt gallons per thousand gallons o galones de aditivo por cada mil galones de gel, ppt pounds per thousand gallons o libras de aditivo por cada mil galones de gel

Para simular el comportamiento del fluido durante el bombeo y dentro de la formación (en campo), la Norma API RP39 recomienda utilizar el equipo SHS *Shear History Simulator* o el viscosímetro Fann modelo 50 ambos equipos determinan los cambios en el fluido con la velocidad, la presión y la temperatura. En caso de no contar con alguno de los equipos mencionados, es necesario determinar los cambios de temperatura como variable más importante mediante calentamiento del gel activado en el *baño térmico*, de esta manera se puede determinar el tiempo y temperatura de rompimiento del gel y registrarlo en el formato NCO-F-05-05. Si el cliente lo sugiere, se pueden anexar al reporte final de resultados, los gráficos del comportamiento del fluido cuando se usa el SHS o el Fann 50.

Para el análisis de arenas de fractura API RP56 se diseñó un formato de chequeo del material necesario para la realización de las pruebas, NCO-F-02-02 *Ver figura 17*, en la figura se puede observar que no existe en el laboratorio un foto microscopio para realizar el análisis de esfericidad y redondez por esta razón se recomienda hacer una solicitud de compra al almacén. También se elaboró un formato para reportar los resultados del análisis de las arenas NCO-F-05-06 *Ver figura 18*.

				<b>Schlumberger</b>			
Preparado por:		LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA		NCO-F-02-02		Rev 1:1	
Verificado por:		FORMATO CHEQUEO DE RECURSOS					
Aprobado por:		ANALISIS ARENAS DE FRACTURA		Fecha		Paginación	
EQUIPO		Marca	Modelo	Serie	El equipo está calibrado	Fecha de última calibración	LISTO PARA USO
1	Dispositivo para muestreo						
2	Separador de muestra						
3	Serie de tamices ASTM E1195						
4	Tamizadora electrónica						
5	Balanza						
6	Foto microscopio	SOLICITUD DE COMPRA					
7	Aparato para filtración al vacío						
8	baño térmico						
9	muffa						
10	centrífuga						
11	prensa con presión graduable						
12	espectrofotómetro						
REACTIVOS		Marca	Lote	Fecha de fabricación	Fecha de vencimiento	Cantidad disponible	LISTO PARA USO
13	Acido Clorhídrico 37%						
14	Bifluoruro de amonio 98%						
15	Agua destilada						
16	sulfato de hidrazina						
17	Hexametilenotetramina						
MATERIALES		Cantidad	Capacidad/precisión	Estado (bueno, malo, regular), POR QUÉ?		LISTO PARA USO	
18	Vasos de precipitado plásticos						
19	Papel de filtro No.42						
20	probetas						
21	pipetas						
22	vidrio reloj						
23	agitador						
24	Frasco de vidrio						
25	marcador						
26	Celdas						
27	Celdas para aplaste						

Figura 17. Chequeo de equipos y materiales para el ensayo API RP56

							<b>Schlumberger</b>	
Preparado por:			LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA				NCO-F-05-06	Rev 1:1
Verificado por:			FORMATO REPORTE DE RESULTADOS				Cliente	Pozo
Aprobado por:			CONTROL DE CALIDAD DEL PROPANTE				Fecha	Paginación
Fecha del ensayo:			Origen de la muestra:					
Hora del ensayo:								
Serie de Mallas	No MUESTRA		No MUESTRA		No MUESTRA		No MUESTRA	
	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)
12								
16								
20								
25								
30								
40								
PAN								
Serie de Mallas	No MUESTRA		No MUESTRA		No MUESTRA		No MUESTRA	
	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Peso inicial (g)	Peso Final (g)
12								
16								
20								
25								
30								
40								
PAN								
Clasificación de la arena:								
PARÁMETRO	No MUESTRA	No MUESTRA	No MUESTRA	No MUESTRA	No MUESTRA	No MUESTRA	No MUESTRA	No MUESTRA
REDONDEZ								
ESFERICIDAD								
GRAVEDAD ESP.								
FINOS G. POR APLASTE[g]								
ÓXIDOS[g]								
CARBONATOS[g]								
ARCILLAS[g]								
TURBIDEZ[FTU]								
OBSERVACIONES:								

Figura 18. Formato de resultados para el control de calidad del propante NCO-F-05-06

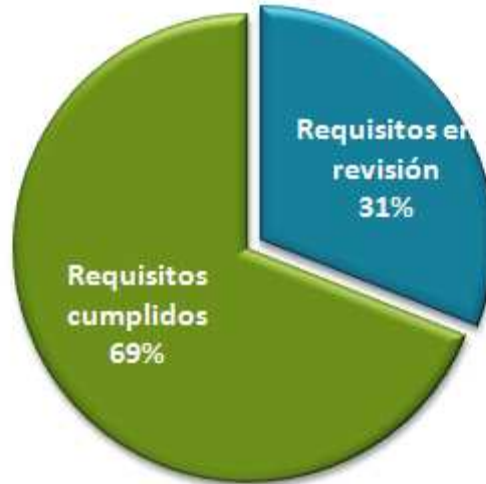
## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la ETAPA 3 se llevó a cabo la valoración de los resultados; se hizo una evaluación final de los requisitos Técnicos según la Norma ISO/IEC 17025:2005 para determinar principalmente el porcentaje de los requisitos cumplidos y así verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos en el plan de acción.

No.	CAPITULO	REQUISITOS SEGÚN PLAN DE ACCION	EN REVISION	CUMPLIDOS
5.1	GENERALIDADES			
5.2	PERSONAL	2		2
5.3	INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	5	2	3
5.4	METODOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS	6	4	2
5.5	EQUIPO	8	2	6
5.6	TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES	2	1	1
5.7	MUESTREO	3		3
5.8	MANIPULACIÓN DE LOS ITEMS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN	1		1
5.9	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACION	1		1
5.10	INFORME DE LOS RESULTADOS	1		1
<b>TOTAL</b>		<b>29</b>	<b>9</b>	<b>20</b>

Tabla 8. Nivel de cumplimiento de los requisitos respecto al plan de acción propuesto.

Al establecer una comparación entre los requisitos técnicos de la Norma Internacional y lo propuesto en el plan de acción podemos destacar que de los 29 ítems que aplican al laboratorio de estimulación y fractura de Schlumberger, 20 de ellos se pueden cumplir si se implementa la metodología y la documentación elaborada en este trabajo y se organiza el registro ya existente como por ejemplo, los manuales de los equipos donde se especifica la forma de calibración, el cuidado y la manipulación de éstos; además, solo 9 requisitos quedarán pendientes por revisar, aprobar y estandarizar.



**Figura 19. Nivel de cumplimiento de los requisitos técnicos según el plan de acción propuesto**

En la figura 18 se puede observar que el 69% de los requisitos propuestos en el plan de acción para cumplir con los lineamientos Técnicos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 son satisfactorios, mientras que el 31% aún no lo son.

Si el laboratorio se compromete a implementar el plan de acción propuesto en este proyecto, existe una gran posibilidad para la Acreditación de los ensayos API RP39 y API RP56, asegurando la calidad y la competencia Técnica frente a los clientes y así, demostrar parte de la competencia en estas pruebas, ya que al desarrollar un sistema de registro y control de documentos el cliente logra verificar la calidad del ensayo.

El personal del laboratorio cuenta con todo el entrenamiento necesario para la realización de ensayos y la responsabilidad con los clientes, con este trabajo, se logró identificar y registrar el entrenamiento de cada uno junto a su contrato con la empresa y su hoja de vida.

Para el requisito 5.3 de Instalaciones y condiciones ambientales, se debe solicitar a la Gerencia la revisión de las redes eléctricas ya que éstas presentan problemas a la hora de trabajar con varios equipos al mismo tiempo, además se debe diseñar un sistema de recolección de residuos documentado y registrado de forma periódica ya que el

laboratorio no cuenta con los recursos económicos suficientes, éste es uno de los grandes problemas en el área de trabajo y no forma parte de este trabajo la descripción de esta situación.

Al diseñar formatos y procedimientos para los ensayos API RP 39 y API RP56 se está cumpliendo con el requisito 5.4 métodos de ensayo y 5.9 aseguramiento de la calidad de los resultados para estas dos pruebas que son las más solicitadas por los clientes.

Con el manual, los catálogos, el formato de mantenimiento, la ficha técnica, el formato de calibración y los requisitos para calibración, se está cumpliendo con el ítem 5.5, que inicialmente se implementará para los equipos recomendados por la API RP39 y API RP56.

El requisito 5.7 se cumple con la implementación del formato para muestreo NCO-F-03-01 y el procedimiento para ensayos NCO-MP-04-01 ambos, debidamente revisados y controlados.

Finalmente el informe de resultados para los ensayos API RP39 y API RP56 se presenta en base a los formatos de reporte de resultados para aguas, control de fluidos de fractura y propantes especificados en el capítulo anterior.

Lograr la implementación de esta propuesta es una tarea de compromiso y responsabilidad, y es un primer paso para la demostración de las capacidades del personal y la competencia técnica de los ensayos.

## 7. CONCLUSIONES

1. Se evidenció mediante el diagnóstico inicial las fortalezas y debilidades que presentaba el laboratorio en todas sus actividades según la Norma ISO/IEC 17025:2005. Este análisis permitió estandarizar los procesos mediante acciones correctivas.
2. Se elaboró procedimientos y documentos para la correcta aplicación de las Normas API RP 39 y la Norma API RP 56 como primera medida para su acreditación siguiendo los parámetros establecidos por las acciones correctivas propuestas y lineamientos de la Norma ISO/IEC 17025:2005
3. Con esta propuesta, se logró sensibilizar al personal de laboratorio en cuanto a su compromiso y constancia para una futura acreditación de los ensayos y calibraciones realizados en el laboratorio y la importancia de ser Técnicamente competentes.
4. Se observó que mediante el plan de acción propuesto y la realización del mismo, se pudo cumplir con más del 50% de los requisitos Técnicos exigidos por la Normatividad Internacional para los laboratorios de ensayo y calibración.

## **8. RECOMENDACIONES**

1. Mantener el compromiso y la disciplina del personal del laboratorio con el fin de mejorar continuamente en todos sus procesos Técnicos.
2. Ejercer control sobre toda la documentación establecida para garantizar la continua actualización de los datos y los recursos.
3. Continuar con el proceso definido en este trabajo para lograr la validación y acreditación de todos los ensayos en el laboratorio
4. Lograr el cumplimiento de los requisitos pendientes para alcanzar un 100% en el establecimiento de la Norma ISO/IEC 17025:2005
5. Fortalecer el compromiso de la Gerencia con el Laboratorio de Neiva para alcanzar la Acreditación así como lo han logrado otros laboratorios de estimulación de Schlumberger en el mundo.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. NTC ISO/IEC 17025. Requisitos Generales para la competencia de Laboratorios de Ensayo y calibración, ICONTEC 2005
2. API RP39 (13M). Recommended Practices on measuring the viscous properties of a cross-linked water-based Fracturing Fluid.
3. API RP56. Recommended Practices for Testing san used in hydraulic Fracturing Operations.
4. ASTM D1293-9905. Test Methods for pH of Water
5. ASTM D1429-3. Test Methods for specific gravity of Water and Brine
6. ASTM D1889-00. Test Method for turbidity of Water
7. ASTM D0511-03 Test methods for calcium and magnesium in Water
8. ASTM D0512-04 Test methods for chloride ion in Water
9. ASTM D0516-02 Test method for sulfata ion in Water
10. ASTM D1067-02 Test methods for acidity or alkalinity of Water
11. ASTM D1068-03 Test methods for iron in Water
12. ASTM D4382-02 Test method for barium in Water, atomic absorption spectrophotometry, graphite furnace.

13. ASTM D4192-03 Test method for potassium in Water by absorption spectrophotometry.
14. [www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/comagric/codex/rla3014/pdf/present1.pps](http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/comagric/codex/rla3014/pdf/present1.pps)
15. RODRIGUEZ SERRANO Natalia Alejandra. Aseguramiento de la Calidad del laboratorio de electroquímica de la C.I.C mediante la validación de las Técnicas y ensayos de calibración con fines de acreditación según la NTC-ISO-IEC 17025. Tesis para optar por el título de Ingeniera Química. Universidad Industrial de Santander, 2008.
16. CASTAÑEDA MONSALVE Diana Carolina. Determinación y análisis de un Fluido de Fractura óptimo para los trabajos de Fracturamiento Hidráulico en el área de Yariguí-Cantagallo.
17. SCHLUMBERGER private. JET Manual 38 WPS, Basic laboratory training and Fluid QA/QC. June 5, 2007
18. LABARCA NAVA Ramon. Schlumberger private. Quality Control/Quality Assurance HMD- Stimulation Laboratory Manual, Hassi-Messaoud, Algeria, 2005
19. JOHNSTON Alan. Schlumberger private. Well Services QHSE standard 24: Laboratory Operations, 2007

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: INVENTARIO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA

			<b>Schlumberger</b>	
Preparado por: Milena Prada	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA			
Verificado por: Henry Caicedo	MANUAL DE EQUIPOS		NCO-ER-13-00	Rev 0:0
Aprobado por: Sandra Montoya	INVENTARIO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE REFERENCIA		01/03/2008	1/3
CODIGO	EQUIPO	MARCA	EJEMPLARES	UBICACIÓN
NCO-ER-13-01A	Balanza analítica S/N W53296	Precisa XB	1	A6
NCO-ER-13-01B	Balanza analítica S/N U26495	Precisa XB	1	A6
NCO-ER-13-01C	Balanza analítica S/N 066830152	Precisa BC	1	A6
NCO-ER-13-02A	Blender S/N 6-98-02	OFI modelo 20	1	A5
NCO-ER-13-02B	Blender S/N 070628	modelo 38BL54	3	A5
NCO-ER-13-02C	Blender 936 series A S/N 416049	Hamilton beach	1	A5
NCO-ER-13-02D	Mixer modelo 700-5400 S/N L93005449	Barnant serie 10	1	A5
NCO-ER-13-003A	Centrifuge catalogo 420225 compact II S/N 3500 2790374	Becton Dickinson (Clay adams)	1	A5
NCO-ER-13-003B	Centrifuge modelo 870AT4 S/N 11090	Robinson	1	A5
NCO-ER-13-03C	Centrífuga EBA 21 tipo 1004-1 S/N 0002445-01-00D-78532	Hettich	1	A5
NCO-ER-13-04A	Espectrofotómetro DR/2400 S/N 040400004180	Hach	1	A8
NCO-ER-13-05A	Hotplate – stirrer Modelo PC-351	Corning	1	A2
NCO-ER-13-06B	Magnetic stirrer with hot plate S/N J95005110	Barnant Modelo 700 - 5011	1	A2
NCO-ER-13-06C	Thermix stirrer Catalogo 14-493 120MR S/N 21102564	Fisher	1	A2
NCO-ER-13-07A	Microwave oven S/N CV0605000215	C&V home	1	A2
NCO-ER-13-07B	Vacuum oven S/N 1160920909	Memmert U130	1	A2
NCO-ER-13-08A	Water batch S/N L3060232	Memmert tipo WNB 10 L	2	A2
NCO-ER-13-09A	Reid vapor test S/N R63620-A1063	Koehler	1	A8
NCO-ER-13-10A	Tag closed cup flash tester modelo K14600 S/N RC1140463	Koehler	1	A8
NCO-ER-13-11A	PHmetro	Schott	3	A8
NCO-ER-13-12A	Tamizadora S/N 225	Pinzuar Ltda Ref. PS90	1	A8
NCO-ER-13-13A	Thermometer HI 90603 S/N 430602	Hanna	1	A8
NCO-ER-13-13B	Thermometer K-Type S/N 050205958	Extech	1	A8
NCO-ER-13-13C	Thermo – cup S/N 10102685	Fann	1	A8
NCO-ER-13-14A	Viscosimeter modelo 35A	Chandler	2	A8
NCO-ER-13-14B	Viscosimeter modelo 3500-110V	Chandler	2	A8
NCO-ER-13-14C	Viscosimeter modelo 5550A-220V S/N 200	Chandler	1	A8
NCO-ER-13-14D	Filtro Prensa S/N 93089496	Baroid	1	A4

## ANEXO 2: CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES QUÍMICOS

Preparado por: Milena Prada, Fabian Corredor	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA	<b>Schlumberger</b>	
Verificado por: Henry Caicedo	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	NCO-MP-14-00	Rev 0:0
Aprobado por: Sandra Montoya	CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES QUIMICOS	16/12/2007	1/4

Code	Material	Test Method
A026	Xylene	ASTM D1078, ASTM D850-93, ASTM D4052-96
A153	Inhibitor Aid A153	DL-AM-90-09
A201	Inhibitor Aid A201	DL-AM-90-08 or DL-RR-82-11, EM Science RQflex Manual or ASTM E394-94, Hach APHA Color Test Kit Model CO-1, or ASTM D1209-93
A261	Corrosion Inhibitor A261	DL-AM-88-06B, DL-AM-93-08A
A262	Corrosion Inhibitor A262	ASTM 4052-96, Visual Method, Vendor Method, DL-RR-86-01
A265	External CT Corrosion Inhibitor	Visual, ASTM 1298 or N1099
A266	Internal Corrosion Inhibitor	Visual, ASTM D891 or D4052
A270	High-Temperature Corrosion Inhibitor	DL-AM-87-B
A272	Organic Acid Inhibitor A272	ASTM D-93; N1099, DL-RR-99-03; N1343
D144	Antifoam Agent D144	DL-AM-94-06 (2 g, 105°C, 30 min), DL-AM-93-07
F003	Isopropyl alcohol	ASTM E260-96, ASTM E203-96 ASTM D1209-93, ASTM D4052-96
F075N.1	EZEFLO* F75N.1 Surfactant	Vendor, DL 77.14A
F078	EZEFLO* F78 Surfactant	DL 80.26A or B
F097	Surfactant F97	ASTM D4052-96, FTIR
F103	EZEFLO* F103 Surfactant	DL-AM-93-08A or ASTM D4052-96, DL-AM-91-04, ASTM D1209-93, DL AM 91-03,
F105	Multifunctional Surfactant F105	ASTM D4052-96, ASTM D1209-93, ASTM E203-96, ASTM E70-90
H033	Hydrochloric Acid 33% H33	DL-AM-90-08, ASTM E394-94, ISO 908, DL-AM-94-06
J120	Friction-Reducing Agent J120	DIN 19 622, DL-RR-88-12, DL-AM-93-06 ASTM D2196-91, DL-AM-94-06
J164	Gelling Agent J164	ASTM D2196-91, ASTM E70-90, ASTM E276-93
J170	Low-Temperature Plugging Agent J170	DL 76.32, DL 73.2
J218	Breaker J218	DL-AM-90-04, DL-AM-93-06

Preparado por: Milena Prada, Fabian Corredor	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA	<b>Schlumberger</b>	
Verificado por: Henry Caicedo	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	NCO-MP-14-00	Rev 0:0
Aprobado por: Sandra Montoya	CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES QUIMICOS	16/12/2007	2/4

Code	Material	Test Method
J511	Stabilizer/Delay Agent J511	ASTM E70-90, DL-AM-91-04, ASTM D512-94, DL-AM-91-02
J516	FLOSAVER* NF J516	ASTM E276-93, DL-RR-94-29
J570	OilSEEKER Agent	Viscosity (100 recip. Sec), 100°F, 150 cP min. Viscosity (100 recip. Sec), 200°F, 135 cP min. Viscosity (100 recip. Sec), 250°F, 135 cP min.
J603	Breaker J603	DL-AM-93-15; USP XX, pg 911, Procedure 281 DL-AM-94-06
J877	Guar Polymer Slurry J877	Weight Addition in field, Volume Addition in field
L001	Iron Stabilizing Agent L1	ASTM E301-94, ASTM E276-93, ASTM E394-94
L010	Crosslinker L10	DL 76.39, DL 67.11, DL 66.1
L022L	Hydroxyacetic Acid L22L	ASTM D4052-96, ASTM E301-94
L041	Chelating Agent	DL-RR-93-23
L042	Clay Stabilizer	DL-AM-93-08A, DL-AM-93-07, DL-AM-91-02 ASTM D1722-90
L047	GYPBAN (*) L47 Scale Inhibitor	DL-AM-82-09, DL-AM-90-09, DL-AM-93-08A
L055	Clay Stabilizer L55	DL-AM-94-04, DL-AM-93-20, ASTM D4052-96 FTIR, DL-AM-94-06
L058	Iron Stabilizer L58	DL-AM-93-16
L064	Temporary Clay Stabilizer L64	DL-RR-94-02, ASTM E70-90, DL-RR-94-03
L065	Scale Inhibitor	ASTM E70-90, N1099
L066	Acid Compatible Scale Inhibitor	ASTM E70-90, N1099
L400	Stabilizing Agent L400	ASTM E301-94, ASTM D4052-96
L401	Stabilizing Agent L401	DL-AM-93-08A, DL-AM-90-08 (0.2 g, Constant=6.006)
M002	Caustic Soda M2	ASTM E291-96, ASTM E376-93
M003	Soda Ash M3	ASTM D501-95, ASTM E359-95
M008	Trisodium Phosphate	ASTM D501-95, ASTM E442-91
M024	PROTECTOZONE	FCC III, P. 240, FCC, DL-AM-94-06, ASTM E276-93
M043	Sodium Nitrite	FCC

Preparado por: Milena Prada, Fabian Corredor	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA	<b>Schlumberger</b>	
Verificado por: Henry Caicedo	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	NCO-MP-14-00	Rev 0:0
Aprobado por: Sandra Montoya	CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES QUIMICOS	16/12/2007	3/4

Code	Material	Test Method
M117	Potassium Chloride M117	ASTM E663-86, USP XXIII, PG 1253, ASTM D1756-96, ASTM E70-90, DL-AM-93-06
M275	Microbiocide M275	DL-RR-88-09
P130	Wellbore Cleaning Solvent P130	ASTM (Specific gravity, refractive index)
S001	77% Calcium Chloride S1	13904A or ASTM E449-96, ASTM E276-93
S020	20/40-Mesh Sand S20	API RP 56-95, Sec 4, Sec 5, Sec 6
S095-2040	Medium-Density ISP S95	API RP 60-95, Sec 6, Sec 8, Sec 9
S100 70/140	70/140-Mesh Sand S100	API RP 56-95, Sec 4, Sec 5, Sec 6
S103	12/20-Mesh Resieved Sand S103	API RP 58-95, Sec 5, Sec 6, Sec 7, Sec 8 & 9
S105-1620	Low-Density ISP S105	API RP 60-95, Sec 5, Sec 8, Sec 9
S105-2040	Low-Density ISP S105	API RP 60-95, Sec 5, Sec 8, Sec 9
S140-16/30	High-Strength Proppant S140	API RP 60-95 Sec 6, Sec 7, Sec 9
S140-2040	High-Strength Proppant S140	API RP 60-95 Sec 6, Sec 7, Sec 9
S146-16/30	High-Strength Proppant S146	API RP 60-95 Sec 6, Sec 7, Sec 9
S801-2040	FRACTREAT S801 (20/40 US Mesh)	QPI 177/Rev 1, DL 73.2A, Test 1, API RP 60-95, Sec 5, Sec 6, Sec 8
T163 / XE869	Sterling Beads T163	API RP 56-95, Sec 4, Sec 5, Sec 8
U028	Gelling Agent U28 - 30% Active	DL-AM-90-11, ASTM D4052-91
U042	Chelating Agent U42	Dow 90684B, ASTM E70-90
U044	Chelating Agent U044	DL-RR-01-13, ASTM D891-88
U066	Mutual Solvent U66	ASTM D1209-93, DL-AM-94-02, DL-AM-94-16
U082	Paraffin Dispersant	ASTM D1218-92, ASTM D4052-91, FTIR
U104	Sulfate Scale Dissolver U104	ASTM D4052-96, ASTM E70-90
U105	Carbonate Scale Dissolver U105	ASTM D4052-96, ASTM E70-90
W054	Non-Emulsifying Agent W54	DL-RR-87-23, ASTM D4052-96, FTIR
W060	Sludge and Emulsion Preventer	DL-AM-93-08A, DL-AM-94-06, DL-AM-90-08 DL-AM-94-02, DL-AM-93-07

Preparado por: Milena Prada, Fabian Corredor	LABORATORIO DE ESTIMULACIÓN Y FRACTURA	<b>Schlumberger</b>	
Verificado por: Henry Caicedo	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	NCO-MP-14-00	Rev 0:0
Aprobado por: Sandra Montoya	CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES QUIMICOS	16/12/2007	4/4

Code	Material	Test Method
W061	Non-Emulsifying Agent	ASTM D4052-91; FTIR spectrum, deviation from standard C of A
W062	Non-Emulsifying Agent	DL-AM-93-08A, DL-AM-94-06
Y001	Intensifier Y1	DL-AM-90-11
Y006	Intensifier Y6	DL 76.39, DL 67.11, DL 66.1

### ANEXO 3. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL LABORATORIO

No.	REQUISITO	A	NA	D	ND	I	S	P	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES
5.1	<b>GENERALIDADES</b>								
5.2	<b>PERSONAL</b>								
5.2.1	La dirección del laboratorio debe asegurar la competencia de todos los que operan equipos, realizan ensayos y/o calibraciones, evalúan resultados, firman informes y certificados de calibración, provee supervisión apropiada al nuevo personal. El personal debe estar calificado sobre una base de educación, formación, experiencia y habilidades demostradas según se requiera.	X		X		X	X		El personal del laboratorio es evaluado anual y/o semestralmente por profesionales de mayor rango. Schlumberger cuenta con Escuelas propia en Estados Unidos, Europa y Latinoamérica a la que pueden acceder todos los trabajadores si pasan las respectivas pruebas de su nivel y área de interés.
5.2.2	La dirección del laboratorio debe formular metas con respecto a la educación, formación y habilidad del personal, tener una política y procedimientos para identificar las necesidades de formación y evaluar las acciones implementadas.	X			X				El laboratorio no cuenta con política y procedimientos propios para evaluar las habilidades del personal y por lo tanto no existen documentos de ello.
5.2.3	El laboratorio debe disponer de personal que esté empleado por el laboratorio o que esté bajo contrato con él, cuando utilice personal técnico bajo contrato o título suplementario, debe asegurar supervisión competente y que trabaje con el sistema de gestión del laboratorio.	X			X	X			El laboratorio trabaja con personal directamente contratado por Schlumberger para ejercer funciones en el laboratorio, como base sistemática y física están los contratos a término fijo o indefinidos pero no figuran en la base de datos del laboratorio.
5.2.4	El laboratorio debe mantener actualizados los perfiles de los puestos de trabajo del personal directivo, técnico y de apoyo en los ensayos y/o calibraciones.	X			X				El laboratorio no cuenta con la documentación de los perfiles de cada trabajador.
5.2.5	La dirección debe autorizar a miembros específicos del personal para realizar tareas específicas, muestreos, ensayos y/o calibraciones, hacer informes, emitir opiniones y operar los equipos. Debe mantener registros de las autorizaciones, de los estudios, calificaciones, habilidades y experiencia de todo el personal contratado incluyendo fecha y estar fácilmente disponible.	X			X	X			La dirección del laboratorio no asigna tareas específicas al personal, se trabaja dependiendo de la disponibilidad y el tiempo, no existen registros de lo hace referencia el numeral.
5.3	<b>INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES</b>								
5.3.1	Las instalaciones incluidas fuentes de energía, iluminación, condiciones ambientales deben facilitar la realización correcta de los ensayos y/o calibraciones. El laboratorio debe asegurar que estas condiciones no invaliden los resultados, deben tomar precauciones cuando se trabaje fuera del laboratorio, los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales deben estar documentados.	X			X				El laboratorio cuenta con buena luz y comodidades para trabajar, algunas fuentes de energía son muy viejas lo que ha ocasionado problemas con los equipos, el ruido que se genera cerca del laboratorio por otras actividades realizadas en la base genera incomodidad para los trabajadores, además, no están documentados estos requisitos.
5.3.2	El laboratorio debe realizar seguimiento, control y registro de las condiciones ambientales según lo requieran los procedimientos que puedan influir en la calidad de los resultados, p.e polvo, radiación, humedad, ruido, temperatura. Se debe interrumpir los ensayos cuando las condiciones comprometen los resultados.	X			X				No se interrumpen los ensayos excepto cuando las causas son de seguridad o factores externos sociales ajenos a la empresa o la ciudad, no se registra ni se lleva control de las condiciones ambientales.
5.3.3	Debe existir una separación eficaz de las áreas donde se realizan actividades incompatibles y tomar medidas de contaminación cruzada.	X		X		X	X	X	Este requisito se cumple.
5.3.4	Controlar el acceso y el uso de las áreas que afecten la calidad de los ensayos y/o calibraciones. El laboratorio debe determinar la extensión del control en función a las circunstancias.	X			X				Se han realizado varios intentos para el control y acceso al laboratorio de personal no autorizado, pero ha fracasado.
5.3.5	Se deben tomar medidas para el orden y limpieza del laboratorio y preparar procedimientos especiales.	X			X				El orden y limpieza se realiza esporádicamente, no existen procedimientos para ello.

No.	REQUISITO	A	NA	D	ND	I	S	P	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES
5.4	<b>MÉTODOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS</b>								
5.4.1	<b>Generalidades</b>								
5.4.2	Selección de los métodos: El laboratorio debe utilizar métodos apropiados de ensayo y/o calibración que satisfagan al cliente, preferiblemente normas internacionales, regionales o nacionales y asegurarse de utilizar la norma vigente y ser complementada con detalles adicionales. si el cliente no especifica el método para el ensayo, el laboratorio debe seleccionar un método publicado o validado. si el método seleccionado por el cliente es inapropiado, el laboratorio debe informarlo.	X		X		M		X	El laboratorio cuenta con Normas obsoletas para realizar sus pruebas y ensayos, las pruebas se hacen siguiendo instrucciones del operador más experimentado ocasionando así grandes desviaciones a las técnicas recomendadas, los ensayos adoptados por el laboratorio no son validados, se deben corregir, actualizar e implementar.
5.4.3	Métodos desarrollados por el laboratorio: La introducción de los métodos de ensayo y calibración desarrollados por el laboratorio debe ser una actividad planificada, con personal calificado y asegurando una comunicación eficaz con el personal involucrado.	X			X				Los métodos para ensayo y calibración desarrollados por el laboratorio no cuentan con un procedimiento específico.
5.4.4	Métodos no normalizados: Si se utilizan métodos no normalizados, estos deben ser acordados con el cliente con una especificación clara de los requisitos y del objetivo, además, el método debe ser validado.	X			X				Este requisito no se cumple, se acuerda con el cliente vía telefónica sin previo estudio de las técnicas no normalizadas, tampoco un informe detallado de las mismas ni objetivos concretos.
5.4.5	<b>Validación de los métodos</b>								
5.4.5.1	La validación es la confirmación, a través del examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto.								
5.4.5.2	El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, los métodos que diseña y desarrolla, los métodos normalizados fuera del alcance, las modificaciones de los métodos normalizados. Se deben registrar dichos resultados, el procedimiento y una declaración sobre el método para su uso.		X						El laboratorio no desarrolla métodos no normalizados, ni modifica los ya existentes, hay una unidad investigativa por parte de Schlumberger para estos objetivos.
5.4.6	<b>Estimación de la Incertidumbre de la Medición</b>								
5.4.6.1	Un laboratorio de calibración y/o de ensayo que realiza sus propias calibraciones, debe tener y debe aplicar un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones de todo tipo.	X			X				El laboratorio realiza sus calibraciones sin tener procedimientos para ello, sin estimar la incertidumbre, solo se hace cuando es necesario.
5.4.6.2	Los laboratorios deben tener y aplicar procedimientos para estimar la incertidumbre de la medición, o tratar de identificar todos los componentes de la incertidumbre y hacer una estimación razonable para luego presentar su resultado.	X			X				No se hacen estimaciones, el laboratorio no cuenta con métodos para hacerlas y no se evalúan sus componentes.
5.4.6.3	Cuando se estima la incertidumbre de la medición, se debe tener en cuenta todos los componentes que sean de importancia usando métodos de análisis apropiados.	X			X				
5.4.7	<b>Control de datos</b>								
5.4.7.1	Los cálculos y la transferencia de los datos deben estar sujetos a verificaciones adecuadas llevadas a cabo de una manera sistemática.	X			X				Los cálculos realizados en el laboratorio no están sujetos a verificación sistemática, no se cuenta con un programa para ello, por parte de Schlumberger se han desarrollado software para estimación de algunos cálculos a nivel general, pero el laboratorio no cuenta con su propio control de datos.
5.4.7.2	Cuando se utilicen computadoras o equipos automatizados se debe asegurar que: a) El software desarrollado esté documentado y haya sido validado, b) se implementen procedimientos para protección de datos, c) se debe hacer mantenimiento a las computadoras.	X			X				El laboratorio no cuenta con computador propio, se trabaja desde los computadores personales de los trabajadores y esto ocasiona problemas porque la información no está en un conjunto, no existe protección de datos y no está documentado.

No.	REQUISITO	A	NA	D	ND	I	S	P	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES
5.5	<b>EQUIPO</b>								
5.5.1	El laboratorio debe estar provisto de todos los equipos para muestre, medición ensayo para la correcta ejecución de los ensayos y/o calibraciones, si el laboratorio necesita usar equipos fuera de su alcance debe asegurarse que cumplen con la Norma Internacional.	X			X	M			El laboratorio cuenta con algunos equipos necesarios para realizar sus ensayos, pero no dispone de otros importantes.
5.5.2	Los equipos y su software deben permitir lograr la exactitud requerida, se deben establecer programas de calibración. Antes de usar un equipo se debe verificar y calibrar.	X			X				No existen programas de calibración, no se realizan las calibraciones antes de cada ensayo, a veces se tiene en cuenta la exactitud requerida de los equipos.
5.5.3	Los equipos deben ser operados por personal autorizado, debe disponerse de instrucciones para uso y mantenimiento de los equipos.	X			X				Los equipos son operados por el personal disponible no hay registradas instrucciones de uso o mantenimiento de los mismos.
5.5.4	Cada equipo y su software deben estar identificados.	X			X				No están identificados los equipos.
5.5.5	Se deben establecer registros de cada componente del equipamiento y su software incluyendo: identificación equipo y software, nombre del fabricante, modelo, serie u otra identificación, verificaciones de la conformidad del equipo, ubicación, instrucciones del fabricante o referencia, fechas de resultados, copias de informes y certificados de calibraciones, ajustes, aceptación y próxima calibración, plan de mantenimiento hasta la fecha, daño o reparación.	X			X				No se cumple este requisito, no están identificados, no se tiene la ficha técnica de cada equipo.
5.5.6	El laboratorio deben tener procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento uso y mantenimiento de los equipos.	X			X				El laboratorio no cuenta con procedimientos para la manipulación, el transporte y almacenamiento de los equipos.
5.5.7	Los equipos que den resultados dudosos o dañados se deben aislar o rotular como fuera de servicio hasta que se reparen y se demuestre que han sido calibrados y aplicar el procedimiento de "trabajo no conforme" que establece: al identificar un trabajo no conforme, se asignan responsabilidades, se definen y se toman las acciones, se evalúa, se realiza la corrección, se notifica al cliente, se define la reanudación del trabajo.	X			X	M			El laboratorio aísla y/o etiqueta los equipos fuera de servicio, pero no se aplica el procedimiento de "trabajo no conforme"
5.5.8	Todos los equipos que requieran calibración deben ser rotulados, codificados o identificados de manera que incluya: estado de calibración fecha última calibración y fecha de vencimiento o próxima calibración	X			X				Los equipos no cuentan identificación sobre calibraciones.
5.5.9	Cuando el equipo es prestado, se debe asegurar su funcionamiento y estado de calibración del equipo antes de ser reintegrado al servicio.	X			X				Los equipos prestados generalmente llegan en malas condiciones (sucios, descalibrados), no se hace verificación inmediata de su estado.
5.5.10	Cuando se necesiten verificaciones intermedias se deben realizar con un procedimiento definido.	X			X				No se realizan calibraciones intermedias.
5.5.11	Cuando las calibraciones den lugar a factores de corrección, el laboratorio debe tener procedimientos para que las copias se actualicen correctamente.	X			X				No hay procedimientos para aplicar este ítem.
5.5.12	Se debe proteger los equipos de ensayo y/o calibración (hardware y software) contra ajustes que puedan invalidar los resultados.	X			X				No existe este tipo de protección en el hardware y/o software.
5.6	<b>TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES</b>								
5.6.1	<b>Generalidades</b>								
5.6.2	<b>Requisitos específicos</b>								
5.6.2.1	<b>Calibración</b>								
5.6.2.1.1	Para los laboratorios de calibración, el programa de calibración de los equipos debe ser diseñado y operado de modo que asegure las calibraciones y las mediciones hechas y sean trazables al SI. El laboratorio establece la trazabilidad de sus patrones e instrumentos de medición al SI por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones y comparaciones que vinculen los patrones primarios. Cuando se utilicen servicios de calibración externos, se debe hacer con laboratorios que demuestren competencia en ello y obtener un certificado conforme.		X						El laboratorio de estimulación hace ensayos, no es un laboratorio de calibración.

No.	REQUISITO	A	NA	D	ND	I	S	P	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES
5.6.2.1.2	Cuando las calibraciones no se hacen en SI debe proporcionar confianza al establecer la trazabilidad a patrones de medición apropiados.		X						El laboratorio de estimulación hace ensayos, no es un laboratorio de calibración.
5.6.2.2	<b>Ensayos</b>								
5.6.2.2.1	Para los laboratorios de ensayo los requisitos de calibración 5.6.2.1 se aplican a los equipos de medición y ensayo a menos que la incertidumbre introducida por la calibración contribuye poco a la del ensayo total.	X			X				Algunos equipos en el laboratorio necesitan una calibración externa. La incertidumbre por calibración no representa un valor significativo en el resultado final.
5.6.2.2.2	Cuando la trazabilidad de las mediciones a las unidades SI no sea pertinente o posible, se deben exigir los mismos requisitos para la trazabilidad que para un laboratorio de calibración.		X						
5.6.3	<b>Patrones de referencia y materiales de referencia</b>								
5.6.3.1	<b>Patrones de referencia:</b> el laboratorio debe tener un programa y procedimientos para la calibración de sus patrones de referencia por un organismo que pueda proveer la trazabilidad. Estos patrones deben ser usados solo para calibraciones y deben ser calibrados antes y después de cualquier ajuste.	X			X				El laboratorio no cuenta con procedimientos para calibrar sus patrones de referencia.
5.6.3.2	<b>Materiales de referencia:</b> Los materiales de referencia internos deben ser verificados en la medida que sea técnica y económicamente posible y establecer la trazabilidad en unidades SI.	X			X				El laboratorio no establece trazabilidad en el sistema SI tampoco verifica los materiales de referencia.
5.6.3.3	<b>Verificaciones intermedias:</b> se deben realizar verificaciones para mantener la confianza de las calibraciones de los patrones y materiales de referencia con procedimientos y programación definidos.	X			X				No se cumple este requisito
5.6.3.4	<b>Transporte y almacenamiento:</b> debe tener procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento y uso de los patrones y materiales de referencia para prevenir contaminación y deterioro.	X			X				No se cuenta con procedimientos para manipulación segura, transporte y almacenamiento de los patrones y materiales de referencia.
5.7	<b>MUESTREO</b>								
5.7.1	El laboratorio debe tener un plan y procedimientos para el muestreo de sustancias, materiales o productos que necesite para ensayar o calibrar y debe estar disponible en el lugar donde se haga el muestreo.	X			X				El laboratorio no tiene procedimientos claros sobre el muestreo.
5.7.2	Cuando el cliente requiera desviaciones, adiciones o exclusiones del procedimiento de muestreo, estos deben ser registrados con detalle e incluidas en todos los documentos que contengan los resultados.	X			X				No se aplica este ítem. Debe adoptarse un método para llevarlo a cabo.
5.7.3	El laboratorio deben tener procedimientos para registrar los datos y operaciones relacionados con el muestreo que incluya: procedimiento, persona que lo realiza, condiciones ambientales, lugar donde fue tomada la muestra, diagramas y técnicas estadísticas.	X			X				Debe diseñarse un procedimiento para llevar estos registros.
5.8	<b>MANIPULACION DE LOS ÍTEM DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN</b>								
5.8.1	El laboratorio debe tener procedimientos de transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación y/o disposición final de los ítems de ensayo y/o calibración incluídas las disposiciones para proteger la integridad del ítem así como los intereses del laboratorio y el cliente.	X			X				El laboratorio no cuenta con procedimientos para el cumplimiento de este requisito.
5.8.2	El laboratorio debe tener un sistema para la identificación de los ítems de ensayo y/o calibración de manera que no puedan ser confundidos.	X			X	M			
5.8.3	Al recibir un ítem para ensayo y/o calibración, se deben registrar las anomalías y si existe cualquier duda o el ítem no cumpla con la descripción el laboratorio debe solicitar al cliente instrucciones adicionales.	X			X				
5.8.4	El laboratorio debe tener procedimientos e instalaciones apropiadas para evitar deterioro, pérdida o daño del ítem de ensayo y/o calibración.	X			X				

No.	REQUISITO	A	NA	D	ND	I	S	P	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES
5.9	<b>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACION</b>								
5.9.1	El laboratorio debe tener procedimientos para el control de la calidad y seguimiento de la validez de los ensayos, los resultados deben ser registrados para detectar tendencias, aplicar técnicas estadísticas planificadas y revisadas y puede incluir: uso regular de materiales de referencia certificados, participación de ensayos o calibraciones usando el mismo método o distinto, repetición de ensayos, participación interlaboratorios o programas de ensayo, correlación de resultados.	X			X				El laboratorio no tiene procedimientos para hacer seguimiento de la validez y calidad de sus ensayos.
5.9.2	Los datos para control de calidad deben ser analizados y si no satisfacen los criterios predefinidos, se toman acciones correctivas.	X			X				No se tienen planes de acción correctivo.
5.10	<b>INFORME DE LOS RESULTADOS</b>								
5.10.1	<b>Generalidades</b>								
5.10.2	<b>Informe de ensayos y certificados de calibración:</b> cada informe de ensayo o certificado de calibración debe incluir: a) un título (referente al ensayo o calibración); b) Nombre y dirección del laboratorio y el lugar donde se realizaron los ensayos y calibraciones si fue diferente del laboratorio; c) una identificación única del informe de ensayo o certificado de calibración (número de serie); d) nombre y dirección del cliente; e) identificación del método usado; f) una descripción, condición o identificación de los ítems ensayados o calibrados; g) fecha de recepción de los ítems sometidos a ensayos o calibraciones y la fecha de realización del ensayo; h) una referencia al plan o procedimientos de muestreo usados cuando sean válidos a los resultados; i) los resultados de los ensayos o calibraciones con unidades de medida; j) el o los nombres, funciones y firmas de las personas que autorizan el informe o certificado de calibración; k) una declaración de que los resultados están relacionados con los ítems de ensayo o calibración.	X				X	X		El laboratorio tiene su propio formato para presentar informes pero debe ser rediseñado ya que faltan algunos aspectos de este requisito.
5.10.3	<b>Informe de ensayos</b>								
5.10.3.1	Además de los requisitos indicados en 5.10.2 los informes de ensayos deben incluir para la interpretación de resultados: a) desviación, adiciones o exclusiones del método de ensayo e información de condiciones de ensayo (p.e condiciones ambientales); b) cuando corresponda, una declaración sobre cumplimiento de los requisitos; c) una declaración sobre la incertidumbre de medición cuando afecte los resultados o el cliente lo requiera; d) opiniones e interpretaciones; e) información adicional requeridas por métodos, clientes o grupos.	X			X				En los informes, no se hace aclaraciones al respecto.
5.10.3.2	Cuando sea necesario la interpretación de datos, que contengan resultados de muestreo, los informes deben especificar: a) fecha de muestreo; b) identificación de la sustancia, material o producto muestreado (nombre del fabricante, modelo, serie según corresponda); c) lugar de muestreo, diagrama o fotografía; d) una referencia al plan y procedimiento de muestreo; e) detalles de las condiciones ambientales que puedan afectar los resultados; f) cualquier norma o especificación sobre el método de muestreo, desviaciones o exclusiones concernientes.	X			X				No se hace aclaración sobre los muestreos en los informes.
5.10.4	<b>Certificados de Calibración</b>								
5.10.4.1	Los certificados de calibración además del apartado 5.10.2 deben incluir: a) condiciones bajo las cuales fueron hechas las calibraciones; b) incertidumbre de la medición o declaración de cumplimiento con especificación metrológica; c) evidencia de que las mediciones son trazables.		X		X				No se emiten certificados de calibración en el laboratorio.

No.	REQUISITO	A	NA	D	ND	I	S	P	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES
5.10.4.2	El certificado de calibración solo debe estar relacionado con las magnitudes y los resultados de los ensayos funcionales. Cuando se haga una declaración de conformidad, el laboratorio debe registrar dichos resultados, cuando se hagan declaraciones de cumplimiento se debe tener en cuenta la incertidumbre de la medición.		X		X				No se emiten certificados de calibración en el laboratorio.
5.10.4.3	Cuando un instrumento de calibración ha sido ajustado o reparado, se deben informar los resultados antes y después del ajuste.		X						
5.10.4.4	Un certificado de calibración o etiqueta no debe contener recomendación sobre el intervalo de calibración excepto cuando es acordado con el cliente.		X						
5.10.5	<b>Opiniones e Interpretaciones:</b> cuando se incluyan opiniones e interpretaciones deben tener bases por escrito que las respalden.	X			X				No se realizan de esta forma.
5.10.6	<b>Resultados de ensayo y calibración obtenidos de los subcontratistas:</b> cuando los informes contengan resultados por subcontratistas, éstos deben estar identificados en el informe. Igualmente si se contrata una calibración, el laboratorio que efectúa el trabajo debe remitir el certificado.	X			X				No se tiene conocimiento respecto a este requisito
5.10.7	<b>Transmisión electrónica de los resultados:</b> cuando sean transmitidos los resultados por teléfono, fax, vía electrónica, deben cumplir los requisitos de la Norma Internacional.	X			X				El laboratorio emite sus informes vía internet pero no cumple 100% con los requisitos de la Norma
5.10.8	<b>Presentación de los informes y de los certificados:</b> la presentación elegida debe minimizar la posibilidad e mala interpretación o mal uso	X			X				Se debe mejorar estos requisitos de la Norma
5.10.9	<b>Modificaciones a los informes de ensayo y a los certificados de calibración:</b> las modificaciones deben hacerse como un nuevo documento que incluya: a) "suplemento al informe de ensayo", número de serie u otro; b) las correcciones deben cumplir con los requisitos de la Norma; c) cuando sea necesario emitir un nuevo informe completo, debe ser identificado como referencia al original.	X			X				

## ANEXO 4. PLAN DE ACCIÓN

No.	ACCIONES CORRECTIVAS
5.2	<b>PERSONAL</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer un formato de Hoja de vida sobre la experiencia, las habilidades, formación y educación de cada persona que labora en el laboratorio y mantenerlo actualizado, anexarlo al contrato ya sea definido o indefinido, de personal contratado o subcontratado.</li> <li>2. Hacer un formato de asignación de tareas específicas debidamente actualizado, puede ser en forma sistemática.</li> </ol>
5.3	<b>INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar un formato para que se realicen las respectivas anotaciones sobre las condiciones del laboratorio diariamente que pueden llegar a afectar la realización de los ensayos y calibraciones.</li> <li>2. Solicitar a la Gerencia de la base en Neiva cambiar las instalaciones eléctricas reportando los daños ocasionados.</li> <li>3. Cuando las condiciones ambientales puedan ocasionar desviaciones en los resultados, suspender las pruebas y hacer las observaciones en forma escrita.</li> <li>4. Mejorar la separación de las áreas respecto a los químicos y materiales que se manipulan en el laboratorio y hacer registro de ello.</li> <li>5. Definir una política de acceso al laboratorio de personal no autorizado y diseñar un plan de limpieza y orden diario.</li> </ol>
5.4	<b>MÉTODOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Imprimir y recopilar todas las Normas API y ASTM actualizadas y necesarias para realizar los ensayos.</li> <li>2. Desarrollar procedimientos que definan los métodos de ensayo y calibración.</li> <li>3. Realizar un formato para métodos no normalizados donde firme el cliente y el responsable del ensayo y especificando todas las características de él mismo.</li> <li>4. Diseñar un procedimiento para hacer estimación de la incertidumbre de la medición.</li> <li>5. Diseñar un programa acorde para los cálculos hechos en el laboratorio e identificarlo.</li> <li>6. Hacer una solicitud a la base de Bogotá para la adquisición de un computador exclusivo para el laboratorio para que se puedan proteger los archivos y documentación existente.</li> </ol>
5.5	<b>EQUIPOS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer una lista de todos los equipos faltantes para cada tipo de ensayo.</li> <li>2. Diseñar un formato de calibración para cada equipo disponible en el laboratorio.</li> <li>3. Recopilar las instrucciones de uso y mantenimiento de cada equipo y diseñar un formato de mantenimiento dependiendo de las recomendaciones del fabricante.</li> <li>4. Codificar cada equipo por categorías y mantener un registro de esto, hacer identificación de las calibraciones para cada equipo.</li> <li>5. Diseñar una Ficha técnica para cada equipo incluyendo especificaciones, tipo, recomendaciones, forma de manipulación, almacenamiento y transporte.</li> <li>6. Aplicar el procedimiento de "Trabajo no conforme" para aquellos equipos fuera de servicio.</li> <li>7. Diseñar un formato para los préstamos de equipos y para verificarlos, de igual forma, realizar calibraciones intermedias y registrarlas en los formatos de calibración.</li> <li>8. Diseñar un sistema para proteger los archivos sistemáticos y documentación física.</li> </ol>
5.6	<b>TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar un procedimiento para calibrar los patrones de referencia y verificación de los materiales de referencia, si es necesario calibrar por otro laboratorio, establecer las condiciones de entrega y exigir competencia técnica.</li> <li>2. Diseñar un procedimiento para manipulación segura, transporte y almacenamiento de patrones y materiales de referencia.</li> </ol>
5.7	<b>MUESTREO</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar un procedimiento claro para muestreo de materiales (del tipo de sustancia), llevar registro de ellos y registrar las modificaciones o desviaciones si el cliente lo desea.</li> <li>2. El procedimiento debe estar en el laboratorio, en la bodega de químicos y en el patio.</li> <li>3. Debe existir un proceso para determinar la calidad y pureza de los químicos y establecer la compatibilidad entre ellos.</li> </ol>
5.8	<b>MANIPULACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar un procedimiento para la manipulación, almacenamiento y transporte de los ítems para ensayos y/o calibraciones.</li> </ol>
5.9	<b>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar un método para hacer seguimiento de la calidad y validez de los ensayos e implementar un plan de acciones correctivas.</li> </ol>
5.10	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rediseñar el formato de presentación de informes donde se incluyan referencia, muestreo y calibración entre otros.</li> </ol>

## ANEXO 5. PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS Y DOCUMENTOS A ELABORAR

PROCESOS DE ENSAYO EN EL LABORATORIO	PROCESO	PROCEDIMIENTO	DOCUMENTO
PROCESOS DE ENSAYO EN EL LABORATORIO	1. Gestión con el cliente	NA	*Formato para la recepción de ensayos por parte del Cliente. *Procedimiento para la verificación de resultados por parte del Cliente. *Procedimiento para la resolución de quejas
	2. Planificación del ensayo	NA	*Procedimiento para planificar la realización de los ensayos (recursos, responsables, cronograma)
	3. Manejo de elementos de ensayo	NA	*Proceso para transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento de los elementos de ensayos *Formato para registrar la recepción de muestra.
	4. Realización y control de ensayos	NA	*Política para seleccionar el método de ensayo. *Procedimiento para desarrollar el método de ensayo. *Procedimiento para validar métodos de ensayo (comparación interlaboratorios). *Procedimiento para el cálculo de la incertidumbre de las mediciones. *Procedimiento para establecer la exactitud requerida para las mediciones y si el equipo lo proporciona.
	5. Elaboración de Informes	NA	*Procedimiento para cambios en los Informes luego de ser emitidos. *Formato de reporte de resultados *Política para emitir opiniones e interpretaciones.
	6. Aseguramiento de la calidad de los ensayos	NA	*Procedimiento para el control de la calidad de los ensayos. *Formato para registrar repetición de los ensayos. *Programa para comparación Interlaboratorios.

PROCESO	PROCEDIMIENTO	DOCUMENTO
7. Compras	Subcontratación	*Procedimiento para tramitar la subcontratación de ensayos.
	Servicios y suministros	*Procedimiento para la adquisición de servicios y suministros *Formato de orden de compra *Procedimiento de recepción y aprobación de servicios y suministros adquiridos.
	Evaluación de proveedores	*Procedimiento para la evaluación de proveedores *Formato evaluación de proveedores *Formato lista de proveedores aprobados.
8. Gestión de Recurso Humano	Contratación, Inducción, entrenamiento, capacitación	*Manual de responsabilidades *Procedimiento para la selección y contratación del personal *Formato de acta de nombramiento de cargos *Formato de acta de confidencialidad *Instructivo para la inducción de personal *Procedimiento para definir y ejecutar plan de entrenamiento *Formato programa de entrenamiento *Procedimiento para definir y ejecutar plan de capacitaciones *Formato de capacitación
9. Control de documentos	NA	*Procedimiento para el control de documentos
10. Control de registros	NA	*Procedimiento para el control de registros administrativos y técnicos
11. Control de datos	NA	*Procedimiento para el cálculo, transferencia, captura, procesamiento, registro, reporte, almacenamiento o recuperación de datos.
12. Medición, análisis y mejora	Trabajo no conforme	*Procedimiento de gestión para el trabajo no conforme
	Auditorías internas	*Procedimiento de auditorías internas
	Acciones correctivas	*Procedimiento de acciones correctivas *Formato plan de acciones correctivas
	Acciones preventivas	*Procedimiento de acciones preventivas *Formato plan de acciones preventivas
13. Equipos y elementos de referencia	NA	*Procedimiento para la adquisición de equipos. *Procedimiento para el manejo seguro de equipos *Procedimiento para almacenamiento de equipos. *Instructivo para uso y operación de equipos.
14. Control de calidad de los productos químicos	NA	*Procedimiento para control de calidad de los productos químicos. *Fichas de seguridad de los productos químicos *Procedimiento para muestreo, almacenamiento y disponibilidad de productos químicos.
15. Mantenimiento y Calibración	Instalaciones	*Procedimiento para orden y limpieza del laboratorio
	Equipos	*Manual de mantenimiento de equipos *Procedimiento para calibración de equipos *Procedimiento para calibración de los patrones de referencia
16. Condiciones ambientales	NA	*Procedimiento para el seguimiento de las condiciones ambientales en el laboratorio.