

**DISEÑO Y DESARROLLO DE PROTOCOLOS, SEGÚN LA NTC ISO IEC 17025 DE  
2005 PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE  
BOGOTA**

**JESSIKA JULLIETH PLAZAS MONTAÑA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
PROYECTO DE GRADO  
2015**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE PROTOCOLOS, SEGÚN LA NTC ISO EIC 17025 DE  
2005 PARA EL USO DE LOS EQUIPOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE  
BOGOTA**

**AUTORA: JESSIKA PLAZAS MONTAÑA**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR PARA EL TITULO DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**MODALIDAD: APOYO A DOCENCIA**

**DIRECTOR: JOHAN ALEXANDER ALVAREZ BERRIO  
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
PROYECTO DE GRADO**

**2015**

Nota de aceptación:

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme cumplir esta meta y muchas más que se me abren por este sueño cumplido, a mi mamá por su eterna constancia, su fe en mí y su paciencia; a mi papá por su tenacidad, y por recordarme que los sueños y metas se logran solo con esfuerzo, sudor y lágrimas, a mis hermanos por entender mis enojos, y a mis amigas que siempre estuvieron en aquellos días que quise desfallecer, y la familia Morales por su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
2.1 Objetivos generales.....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
<b>3. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>9</b>
3.1 MARCO TEÓRICO.....	9
3.2 ISO (Organización Internacional de Normalización).....	9
3.3 Norma.....	9
3.4 Laboratorio de Ingeniería Ambiental.....	9
3.5 NTC ISO/EIC 17025:2005.....	9
3.6 Hojas de vida.....	9
3.7 Protocolos.....	10
3.8 Calibración.....	10
3.9 Manuales operacionales.....	10
3.10 Diagnóstico.....	10
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS DE CAMPO Y LABORATORIO</b> .....	<b>11</b>
4.1 Inventario de los equipos .....	11
4.2 Metodología para el diagnóstico de los equipo.....	12
4.2.1 Descripción de variables metodología uno.....	12
4.2.2 Descripción de cada una de las variables.....	12
4.2.3 Valores de calificación.....	13
4.2.4 Procedimiento de evaluación .....	14
4.2.4.1 Microscopios y Estereoscopios.....	14
4.2.4.2 Equipos.....	16
4.3 Diagnóstico realizado basado en la metodología establecida.....	16
4.3.1 Microscopios.....	16
4.3.2 Estereoscopios.....	16
4.3.3 Equipos.....	16
<b>5. HOJAS DE VIDA</b> .....	<b>21</b>
<b>6. PROTOCOLOS</b> .....	<b>23</b>
6.1 PROTOCOLO DE TECNICO.....	23
6.2 PROTOCOLO DE MANEJO.....	23
<b>7. MANUAL DE MANEJO</b> .....	<b>25</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>26</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>28</b>
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1: Formato de Inventario.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 2: Calificación de los Microscopios y Estereoscopios.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 3: Calificación de los Equipos.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 4: Valores de calificación de los microscopios.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 5. Tabla de calificación de estereoscopios.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 4. Resultados del diagnóstico de los microscopios.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 5. Resultado del diagnóstico de los estereoscopios.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 6: Formato de Hoja de Vida.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 7: Control técnico de los equipos.....</b>	<b>23</b>

## LISTA DE GRAFICOS

<b>Grafico 1: Representación gráfica de la cantidad de equipos que cuentan con manual de manejo.....</b>	<b>20</b>
<b>Grafico 2: Tipo de energía usada por los equipos.....</b>	<b>20</b>
<b>Grafico 3: Representación gráfica de la cantidad de equipos que necesitan reactivos o insumos para su funcionamiento.....</b>	<b>21</b>
<b>Grafico 4: Representación gráfica de cantidad equipos que se les ha realizado un mantenimiento preventivo.....</b>	<b>21</b>

## RESUMEN

El presente proyecto se basó en desarrollar y diseñar un manual para el uso de los equipos de campo y laboratorio con que cuenta la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomas sede central, está orientada con la NTC ISO/IEC 17025:2005, esta norma se aplica en la gestión de calidad de los servicios ofrecidos por los laboratorios, permitiendo normalizar y ofrecer servicios de calidad; por ende este proyecto se enfoca en aplicar el capítulo 5.

Se realizó un inventario de los equipos, en el cual se identificaron características como el área a la que pertenece, y la cantidad existente, además se diseñaron dos métodos de diagnóstico para determinar su estado actual; el primero se aplicó para los microscopios y estereoscopios, en él se evaluaron variables específicas con su respectiva valoración, mientras que en el segundo se tuvieron en cuenta los demás equipos pero con variables diferentes, como el tipo de energía, el manual de operación, los insumos necesarios para el buen funcionamiento, la última calibración y el último mantenimiento, asignándole valores para obtener una estadística general.

Seguido a esto se elaboraron las hojas de vida de cada equipo, en ellas se encuentra la información específica. También se crearon protocolos técnico y de manejo, y estos se consignaron en un manual de operaciones.

Palabras Clave: Inventario, Hojas de Vida, Diagnóstico, Protocolo de Técnico, Protocolo Manejo, Manual.

## 1. INTRODUCCIÓN

La investigación y desarrollo de pruebas y muestras de laboratorio; depende de la calidad de los equipos y sus procedimientos, la cual le dará veracidad a los resultados y permite al investigador o desarrollador tomar decisiones acertadas con los datos obtenidos; por ende el presente proyecto busca el diseño y desarrollo de protocolos según la NTC ISO EIC 17025 DE 2005, donde se recomienda las instalaciones adecuadas y condiciones ambientales, los procedimientos de uso de los equipos, calibración y mantenimiento[1]; adicionalmente, consideraciones específicas de los equipos. Lo anterior se aplica a los equipos de campo y laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás sede Bogotá, entre los que se encuentran instrumentos para el análisis de agua, suelo, aire, microbiología y biología.

En primer lugar se realizó un inventario para verificar la cantidad y tipos de equipos existentes dentro de la universidad, posteriormente se crearon dos tipos de métodos de diagnóstico para determinar el estado de los equipos, se asignaron unas variables que permitieron verificar el estado de estos, y así hacer una estadística del porcentaje de equipos que se encuentran en buen estado.

Adicionalmente se elaboraron hojas de vida por equipo con el fin de determinar su marca, visualizar una imagen de cada equipo para su fácil identificación, establecer la fecha de adquisición, su proveedor la ubicación, el responsable y los insumos que necesita para su debido funcionamiento.

También fue desarrollado un diseño del protocolo técnico de los equipos, en este se pueden identificar sus partes para que el usuario pueda hacer uso del equipo fácilmente salvaguardando la integridad del mismo, adicionalmente se le menciona los rangos de manejo de estos.

El resultado final del proyecto se materializa en el manual de operaciones de los equipos de campo y de laboratorio, el cual pretende ser una herramienta disponible para consulta por parte de la comunidad educativa, con el fin de coadyuvar en su proceso de aprendizaje, así mismo abrir posibilidades de conocimiento y apoyar la toma de decisiones.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y desarrollar protocolos de uso y calibración para los equipos de campo y laboratorio, de la facultad de ingeniería ambiental universidad Santo Tomas sede Bogotá, según la NTC ISO EIC 17025 de 2005.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de los equipos de campo y laboratorio con que cuenta la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomas.
- Establecer hojas de vida para cada uno de los equipos.
- Elaborar protocolos de manejo y calibración para el usuario
- Elaborará el protocolo técnico, donde se encuentre los rangos de operación y diagrama del equipo.
- Diseñar un manual de protocolos de los equipos de campo y laboratorio, para el uso de estudiantes, docentes e investigadores.

### **3. MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1 ISO (Organización Internacional de Normalización)**

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es el mayor desarrollador mundial de las normas internacionales voluntarias. Normas Internacionales encargadas de indicar el estado de las especificaciones de arte para los productos, servicios y buenas prácticas, contribuyendo a hacer que la industria sea más eficiente y eficaz. Desarrollado a través de un consenso global, que ayudan a eliminar las barreras al comercio internacional [11].

##### **3.1.2 Norma**

Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. Una norma es una fórmula que tiene valor de regla y tiene por finalidad definir las características que debe poseer un objeto y los productos que han de tener una compatibilidad para ser usados a nivel internacional [12].

##### **3.1.3 Laboratorio de Ingeniería Ambiental**

El laboratorio ambiental apoya a la comunidad académica con las prácticas de laboratorio de los diferentes cursos de Ingeniería Ambiental, también suministra los recursos requeridos por los estudiantes de tesis de pregrado, maestría y doctorado de forma que puedan desarrollar sus trabajos experimentales para el logro de sus objetivos [13].

Adicionalmente se prestan servicios de análisis a proyectos de investigación y sector externo, análisis ambientales de diferentes matrices aguas, suelos, lodos, residuos sólidos, residuos peligrosos, aire [13].

##### **3.1.4 NTC ISO/EIC 17025:2005**

Esta Norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y/o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio [1].

La norma es aplicable a cualquier tipo de laboratorio, también en los que realicen ensayos y/o calibraciones y hagan parte dentro de la inspección y la certificación de los productos, adicional a esto no exige de determinado cantidad de personal, y tampoco que realice todos los tipos de ensayos y/o calibraciones, esta permite que sola una parte se pueda acondicionar a la norma y así el resto no la implemente.

Se puede aplicar a cualquier organización que realice ensayos y/o calibraciones, es aplicable en los laboratorios que desarrollan sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas.

### **3.1.5 Hojas de vida**

Las hojas de vida deben contener todos los datos del equipo como son los códigos del instrumento, código de inventario serial, nombre instrumento, del equipo, fecha de compra, marca, valor de compra, tiempo de garantía, ubicación, número de equipos, datos de suministro, proveedor y los vendedores con sus respectivos datos de búsqueda[14]. Adicionalmente insumos y fecha de última calibración, y funcionamiento si así lo requiere, veces que ha sido reparada.

### **3.1.6 Protocolos**

Un protocolo es una síntesis que ordena y jerarquiza los puntos más relevantes tratados durante un evento o procedimiento. Es, en primer lugar, una descripción objetiva de los temas, hechos o sucesos acaecidos durante la sesión o reunión y, en segundo lugar, un texto escrito de registro que describe, de manera precisa, el desarrollo de los aspectos fundamentales de un trabajo realizar [15].permite al lector entender el cronológicamente los suceso y procesos a realizar si así lo estipula el mismo protocolo.

### **3.1.7 Calibración**

La calibración es el conjunto de operaciones con las que se establece, en ciertas condiciones específicas, la correspondencia entre los valores indicados en un instrumento, equipo o sistema de medida, o por los valores representados por una medida materializada o material de referencia, y los valores conocidos correspondientes a una magnitud de medida o patrón, asegurando así la trazabilidad de las medidas a las correspondientes unidades básicas y procediendo a su ajuste o expresando esta correspondencia por medio de tablas o curvas de corrección [16].

### **3.1.8 Manuales operacionales**

Los Manuales Administrativos son medios valiosos para la comunicación, y sirven para registrar y transmitir la información, respecto a la organización y al funcionamiento de la Dependencia; es decir, entenderemos por manual, el documento que contiene, en forma ordenada y sistemática, la información y/o las instrucciones sobre historia, organización, política y/o procedimientos de una institución, que se consideren necesarios para la mejor ejecución del trabajo [17].

Este es un instrumento de apoyo, que reúne procedimientos precisos que en este caso permite reunir los protocolos de manejo de equipos, que como objetivo principal es describir en secuencia lógica para cada una de las áreas de investigación como los son aire, agua, suelo microbiología y macro logia; integrando todos el cómo, donde, cuando y para que se han de realizar.

### 3.1.9 Diagnóstico

El diagnóstico es un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles [18].

## 4. DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS DE CAMPO Y LABORATORIO

El proceso inicia con el inventario de los equipos; seguido a esto se determinó su estado actual, al realizar este proceso fue necesario crear un modelo de calificación, para lograr dar un valor adicional por medio de unos parámetros establecidos de tal manera que permitieran identificar las principales falencias en almacenamiento y uso; adicionalmente fue imperioso diseñar dos tipos de diagnóstico, uno para microscopios, estereoscopios y otro para los demás.

### 4.1 Inventario de los equipos

Este inventario fue elaborado con ayuda de la asistente del laboratorio, posteriormente se categorizó por área de aplicación de la Ingeniería Ambiental, (aire, suelo, agua y otras áreas) como se muestra en el anexo 1. Es necesario aclarar que dicho inventario solo abarca los equipos que hasta el 31 de Agosto de 2014 se encontraban registrados en el laboratorio. El formato de aplicación fue basado en el aplicado por la Universidad de la Salle [6], al cual se le realizaron modificaciones para poder ser aplicable a este caso como se muestra a continuación:

**Tabla 1: Formato de Inventario**

		Universidad Santo Tomás			Fecha de Inventario			Área de Aplicación
					Año	Mes	Día	
		Laboratorio Facultad de Ingeniería Ambiental			Inventario de Equipos de Laboratorio			
		Realizado por						
Código Activación	Nombre del Equipo	Marca	Ubicación	Serial	Referencia	En Uso		Observaciones
						Si	No	

Fuente la Autora

### 4.2 Metodología para el diagnóstico de los equipos

Después de haber realizado el inventario se pasó a realizar la evaluación de los equipos.

La primera metodología se aplicó a los microscopios y estereoscopios, en esta se generaron variables específicas como: objetivos, lente, bombilla, cable y perillas; a

estas se les asignaron valores numéricos para al final tener una sumatoria, el método desarrollado establece que el valor de las variables es inversamente proporcional al estado del equipo, de tal manera que un resultado bajo en la sumatoria indica un mejor estado del equipo, y viceversa.

En la segunda metodología entran los demás equipos no categorizados anteriormente, mediante una evaluación cuantitativa y cualitativa, se asigna un valor numérico bajo las siguientes variables: insumos para su funcionamiento, manual de manejo, mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros. Como variable cualitativa se tiene el tipo de energía con el que funcionan.

#### **4.2.1 Descripción de variables metodología para los microscopios y estereoscopios.**

A continuación se describen las variables de la metodología desarrollada para la evaluación de microscopios y estereoscopios.

- **Objetivos:** Cada microscopio debe contar con 4 objetivos, uno de un aumento de 4x con el cual se observa el espécimen, el de 10x con el que se enfoca, el de 40x permite ver con más detalle la imagen y el de 100x es usado con aceite de inmersión para aumentar la visión y enfocar la luz con mayor claridad obtener con mayor detalle la imagen.
- **El Lente:** Es la parte del microscopio que permite visualizar el espécimen con mayor calidad, le agrega a los objetivos 10x de aumento, es importante que no encuentre sin rayas, ni marca ya que disminuye la calidad visual.
- **La Bombilla:** En los microscopios es muy importante, ya que es la que proyecta la luz por debajo del espécimen y así ingresar la luz hacia los objetivos y observar los con mayor claridad.
- **El Cable:** Es evidente que este es una parte importante de evaluar, ya que con esto permite que el equipo funcione bien.
- **Las Perillas:** Esta parte del microscopio se valor, porque es la que permite aproximar a la muestra al lente si este no funciona y no permitirá su debida visualización y hará dispendioso el proceso del observador.
- **Tipo de Lente:** en este caso no es un calificación, sino una clasificación de que tipos de microscopios que se encuentran.

#### **4.2.2 Descripción de cada una de las variables metodología equipos**

Para este caso se valoró variables diferentes a las anteriores, porque se tienen otros tipos de aparatos, de los cuales se buscó identificar aquellos inconvenientes que hacen que las pruebas sean dispendiosas y ponen en riesgo la integridad de los equipos.

- **Tipo de Energía:** Con esto se estima la cantidad de dispositivos que necesitan de energía eléctrica, cuantos de energía de baterías y por ultimo cuantos son manuales, para su respectivo funcionamiento. También con esto permite la estimación de la cantidad de baterías que debe contar la dirección de laboratorios.
- **Manual de funcionamiento:** Es una de las partes más importantes para el uso de los equipos, ya que este establece el manejo adecuado del mismo, también provee al usuario que actividades realizar con el aparato, sin forzarlo y exponerlo a daños.
- **Reactivos o insumos:** Se hace referencia a reactivos químicos e insumos que permite que los equipos funcionen al 100% y se obtengan resultados verídicos; con respecto a insumos hago referencia a aparatos que permiten que el aparato funcione al 100%, como es el caso de calibradores, extensores, pistófonos, etc.
- **Mantenimiento preventivo:** Es necesario que después de cierto tiempo, se realice el mantenimiento preventivo, con esto se asegura un funcionamiento óptimo de estos, dentro de este es la limpieza, el ajuste de partes de los dispositivos, encenderlo y funcione como lo estipula el manual.
- **Mantenimiento correctivo:** La razón por la cual es llevado un dispositivo a un mantenimiento correctivo es por una mala manipulación por parte del usuario, que a pesar haber tenido su mantenimiento preventivo.
- **Calibración:** Todos los equipos dentro de su funcionamiento a pesar de su marca y tiempo de compra tienden a una des calibración, debido a uso constante o al no ser usado, por ende se realiza la calibración la cual permite volver al equipo su estado similar de la compra, esto conlleva a los usuarios contar con equipos de buena calidad y obtener buenos resultados.

#### 4.2.3 Valores de calificación

En la tabla 2 se observa los valores agregados que se le da a cada una de las variables anterior mente mencionadas para el primer método.

**Tabla 2: Calificación de los Microscopios y Estereoscopios**

Valores de Calificación Para Microscopios y Estereoscopios	
<b>Objetivos</b>	Es asignado dependiendo del número de objetivos con el cual cuenta cada microscopio. Si el equipo cuenta con todos los objetivos completos se califica con un 1, si le hace falta un objetivo se da un valor de 2, si faltan dos se da un valor de 3, si falta tres se da un valor de 4 y si le faltan todos se da el mayor valor 5.
<b>Lente</b>	Si esta rayado se da un valor de 1 y si no hay marcas se coloca 0.
<b>Bombilla</b>	Enciende se equivale a 0, no enciende equivale a 1
<b>Cable</b>	En buen estado, esto hace referencia que no haya ruptura de la capa protectora del cable ni en la conexión, ni en la entrada al equipo y su longitud, se da un valor de 0, si presenta alguna de las anteriores anomalías se dará un valor de 1.
<b>Perillas</b>	Se calificó de la siguiente manera: permanece estática en 0 y si esta no se queda dónde debe estar se da valor de 1.

<b>Tipo de Lente</b>	Es la siguiente, Monocular (M), Binocular (B) y Trilocular (T). Fuente La autora
----------------------	---

En la Tabla 3 se observa la forma de calificación asignada a cada una de las variables asignadas para el método 2 de evaluación, con los rangos de forma de calificación.

**Tabla 3: Calificación de los Equipos**

<b>Valores de Calificación Equipos</b>	
<b>Tipo de Energía</b>	Para es este caso solo hay una clasificación, donde se coloca un 1 en la celda donde indique el tipo de energía que usa para su funcionamiento.
<b>Manual de funcionamiento</b>	Para este caso estimaron celdas de afirmación o negación, donde se coloca 1 en la celda que cumpla la condición, si el dispositivo tiene manual, se colocará un 1 en la de SI, de lo contrario en la que NO.
<b>Reactivos o insumos</b>	Se realiza una afirmación o negación, donde se indica con un 1 en la celda que cumpla la condición, si el dispositivo usa insumos o reactivos según cada aparato, se colocara un 1 en la de SI, de lo contrario en la de NO. Adicional a esto es necesario cuestionar en el caso de los reactivos si estos están completos, ya que hay aparatos que usan varios reactivos y en ocasiones estos están incompletos, por ende no permite el desarrollo de las funciones del equipo a su cabalidad, también se califica de forma afirmativa o negativa, si los reactivos están completos se colocara un 1 en la celda que indique SI, de los contrario en la de No.
<b>Mantenimiento preventivo</b>	Se estableció que la forma de evaluar esta variable es determinado si ha sido llevado a mantenimiento preventivo en los últimos 6 meses, en el último 1 año y los que nunca se les realizo un mantenimiento preventivo. Se colocara un 1 en la celda que este acorde con el tiempo establecido.
<b>Mantenimiento correctivo</b>	Se estableció que la forma de evaluar esta variable es determinado si ha sido llevado a mantenimiento correctivo en los últimos 6 meses, en el último 1 año y los que nunca se les realizo un mantenimiento preventivo. Se colocara un 1 en la celda que este acorde con el tiempo establecido
<b>Calibración</b>	Se estableció que la forma de evaluar esta variable es determinado si ha sido llevado a calibración en los últimos 6 meses, en el último 1 año y los que nunca se les realizo una calibración. Se colocara un 1 en la celda que este acorde con el tiempo establecido.

Fuente la autora

#### **4.2.4 Procedimiento de evaluación**

En primer lugar se describe la ecuación que se aplicó para hacer la evaluación de los microscopios y estereoscopios, la cual es de tipo cualitativo y descriptivo.

##### **4.2.4.1 Microscopios y Estereoscopios**

Se determinó que la forma para evaluar estos dispositivo es verificando su funcionamiento y dando el valor agregado a la variable como se indicó anteriormente, siguiente a esto se estipulo la fórmula de calificación. En esta fórmula de sumatoria y de clasificación, adicional a esto se diseñó un proceso de clasificación donde indica por medio de colores el estado del equipo y permite al evaluador una fácil identificación. Después de la sumatoria se estableció proceso de decisión, por medio de escalas de color donde permite al evaluador determinar el estado de los equipos de una manera

fácil y comprensible. Se instauró que dentro de este proceso de evaluación los equipos que obtengan el mayor número en la sumatoria serán las que en peor condición está, también se caracterizó por valor, donde se estipulo valores de funciona, regular y no funciona, los cuales se instaura por medio rangos de los valores como se indican en las tablas 2 y 3.

La fórmula aplicada para los microscopios es la siguiente:

$$C = \text{Tipo de lente} * (O + L + P + B + Cb)$$

Dónde:

*C*: Calificación dada de la sumatoria total de las variables.

*Tipo de Lente*: Hace referencia a si es monocular, binocular o trilocular.

*O*: Cantidad de objetivos que tiene el microscopio.

*L*: Valor dado al estado del lente.

*P*: Hace referencia al valor dado al estado de las perillas.

*B*: Hace referencia al valor dado al estado de la bombilla.

*Cb*: Hace referencia al valor dado al estado del cable.

La fórmula aplicada para los estereoscopios es la siguiente:

$$C = L + B + Cb$$

Donde es:

*C*: Calificación dada de la sumatoria total de las variables.

*L*: Hace referencia al valor dado al estado del lente.

*B*: Hace referencia al valor dado al estado de la bombilla.

*Cb*: Hace referencia al valor dado al estado del cable.

La tabla que se estableció en la siguiente para microscopios:

**Tabla 4: Valores de calificación de los microscopios.**

Calificación	Valor
Sumatoria entre 1 y 2	Funciona
Sumatoria entre 3 y 8	Regular
Sumatoria igual a 9	No

	Funciona
--	----------

Fuente la autora

Y la tabla de estereoscopios cambia ya que la sumatoria no es de la misma cantidad que en la de microscopios, debido a que no se evalúa las mismas variables.

**Tabla 5. Tabla de calificación de estereoscopios.**

Calificación	Valor
Sumatoria igual a 0	Funciona
Sumatoria entre 1 y 2	Regulares
Sumatorio igual a 3	Mal estado

Fuente la autora

#### 4.2.4.2 Equipos

Para este caso no se diseñó para dar una calificación sino para obtener datos de porcentaje de los equipos que cuentan con las variables establecidas completas, ya que con esto se puede determinar los puntos álgidos en el manejo de los equipos. También permite al asistente de laboratorio obtener cuanto es su porcentaje de calidad de los dispositivos con que cuenta.

El procedimiento que se realizó es el siguiente:

$$Variable = \frac{\sum Cada Variable}{Total de los equipos} * 100$$

Seguido a realizar esto al final de cada fila se obtendrá el porcentaje de las respuestas obtenidas y así obtener información detallada de las falencias y correcciones a realizar por el evaluador.

### 4.3 Diagnóstico realizado basado en la metodología establecida

Una vez realizado el inventario de los equipos, fue aplicada la metodología para el diagnóstico de acuerdo obteniendo los siguientes resultados:

#### 4.3.1 Microscopios

La facultad cuenta con 52 microscopios entre las marcas como se muestra a continuación, su calificación en cantidades de lo que funcionan, los que se encontró en estado regular y de los que no funcionan, como se muestra en la tabla 4.

Adicional a esta evaluación se obtuvo que todos las existencias que hay de marca Leitz son monoculares las cuales son incomodos para el usuario y ya no son usados en el campo de la práctica, se obtuvo que la cantidad de microscopios binoculares son de 29, y en total de triloculares que son usados en docencia son 6, también se encontró equipos que no aparecen en el lista de las bases de datos que hay dentro de la

universidad, pero si dentro del inventario. También se observó que muchos de estos tienen incompleto los objetivos y el que más faltante se encuentra es el de 400x, el cual es el que usa aceite de inmersión. El desarrollo de la metodología para microscopios se encuentra en el anexo 2.

**Tabla 4. Resultados del diagnóstico de los microscopios.**

Marca	Cantidad	Funcionan	Regulares	No funcionan	Reparación
Leitz	13	4	5	1	3
Sargent-Welch	19	17	0	2	0
Konus	5	3	0	2	0
LEICA T430A-LED	6	6	0	0	0
Olympus	8	8	0	0	0
Bausch and Lomb	1	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

Fuente la Autora

#### 4.3.2 Estereoscopios

De los estereoscopios hay una existencia de 18 y 7 lámparas de uso de estos estereoscopios el cual se puede observar en el anexo 3, estos dispositivos encuentran en muy buen estado, pero sus referencias son muy antiguas, por lo tanto si se llegara a presentar algún inconveniente con respecto a sus partes sería algo dispendioso su reparación, adicional una de las marcas de estos estereoscopios las lámparas se encuentran por fuera del equipo y están inventariado por separado, lo que hace complicado su manejo y aumenta la posibilidad a que se dañe. A continuación se muestra la cantidad de estereoscopios que están en funcionamiento, los que funcionan regular y los que no funcionan, como se muestra en la tabla 5, no se incluye la calificación de las lámparas porque estas ya están incluidas dentro de la evaluación general de los estereoscopios.

**Tabla 5. Resultado del diagnóstico de los estereoscopios.**

Marca	Cantidad	Funciona	Regular	No Funciona
Swif	5	4	1	0
SM-1B	7	7	0	0
Bauch Lumb	7	6	1	0

Fuente la Autora

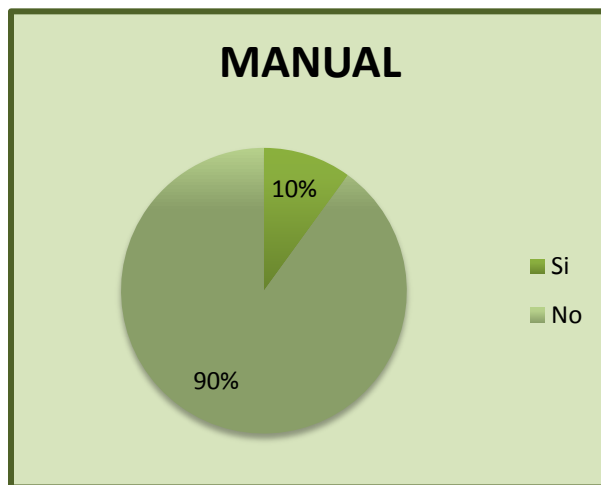
Se obtuvo también que no hay ningún dispositivo en reparación, pero de las lámparas que son usadas por la marca Bauch Lumb una de las lámparas no funciona.

### 4.3.3 Equipos

Hasta la fecha en que se realizó el inventario se cuenta con 39 equipos, y seguido a la evaluación que se realizó de estos, se obtuvo los siguientes resultados que se pueden constatar en el anexo 4 y en el formato de seguimiento en Excel:

**Manuales:** Los resultados muestran que 4 dispositivos de los 41, poseen manual, en porcentaje dicho valor equivale a 10,25% los cuales cuentan con él, y el 89,74% no poseen el manual. Así como se muestra en la siguiente gráfica:

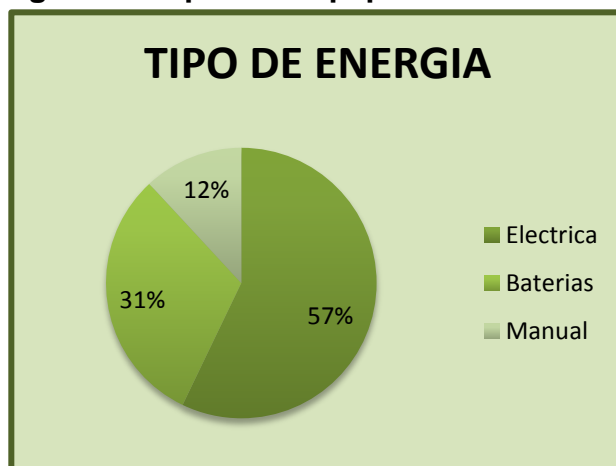
**Grafico 1: Representación gráfica de la cantidad de equipos que cuentan con manual de manejo.**



Fuente la Autora

**Tipo de energía:** De los 41 aparatos se obtuvo que 24 es decir 61, 53%, funcionan bajo energía eléctrica, 13 correspondientes al 30,76% con energía de baterías y 5 equivalentes al 12,81% son de función manual. Así como se muestra en la gráfica:

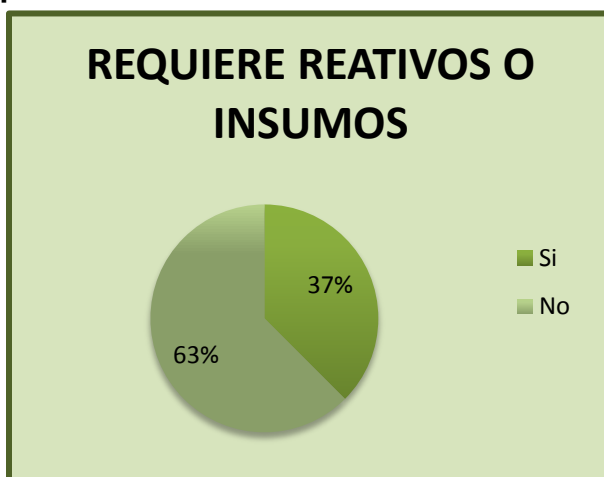
**Grafico2: Tipo de energía usada por los equipos**



Fuente la Autora

**Reactivos o Insumos:** Se obtuvo que en total 15 requieren de reactivos o insumos que equivale al 36,59%, de estos ninguno a nivel de reactivos se encuentran en su totalidad, con esto se hace referencia a la variable que indica si el equipo está completo o no.

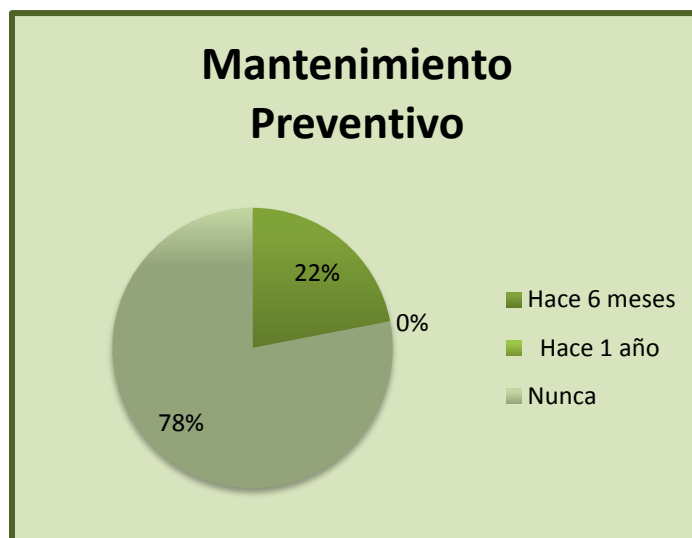
**Grafico 3: Representación gráfica de la cantidad de equipos que necesitan reactivos o insumos para su funcionamiento.**



Fuente la autora

**Mantenimiento preventivo:** Se obtuvo que dentro de ese mantenimiento preventivo corresponde a la limpieza de estos, este procedimiento se le realizó a 9, para la fecha del inventario que estuvo dentro de los 6 meses y hace corresponder a un total de 22% de todos los equipos, al resto no se le ha realizado un mantenimiento preventivo y de la misma manera tampoco un mantenimiento correctivo.

**Grafico 4: Representación gráfica de cantidad equipos que se les ha realizado un mantenimiento preventivo.**



Fuente la autora

**Mantenimiento correctivo:** Para esta variable se obtuvo que las respuestas con respecto a la pregunta de tiempo es nunca, debido a que hasta ahora se está instaurando este tipo de seguimiento a lo que representan las respuestas.

**Calibración:** Para esta variable se obtuvo que las respuestas con respecto a la pregunta de tiempo es nunca, debido a que hasta ahora se está instaurando este tipo de seguimiento a lo que representan las respuestas.

Con respecto a lo anterior de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico de los equipos, se encuentran como problemas principales, la falta de control con respecto al manejo del mantenimiento de los dispositivos, ya que es parte vital de su operación y el buen funcionamiento del equipo lo que evita que estos se dañen incurriendo en mayores costos para la universidad, del mismo modo sucede con las calibraciones. Por otra parte los usuarios pueden tener resultados sin validez para solucionar este tipo de situaciones se sugiere que todos los dispositivos cuenten con sus respectivos manuales de uso.

## 5. HOJAS DE VIDA

Las hojas de vida de los dispositivos son un instrumento importante para el buen uso y manejo de los mismos, permiten al usuario informarse de la garantía, la marca, y edad; así mismo el área de aplicación, también permite al encargado de área llevar un control específico, como su ubicación, código del inventario, el serial de ingreso, referencia y por último la imagen del dispositivo. Se tuvo en cuenta el diseño que está en uso actualmente, este formato contó con modificaciones que le permitieran ser más acorde con las características nuevas establecidas, tal como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6: Formato de Hoja de Vida**

<b>HOJA DE VIDA EQUIPOS</b>			
		<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>	
		<b>Código Inv.:</b>	<b>Serial :</b>
		<b>Referencia:</b>	<b>Ubicación:</b>
		<b>Laboratorio:</b>	
<b>Nombre Instrumento:</b>			
Imagen de Equipo			
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
<b>Marca</b>		<b>Fecha de Adquisición</b>	
		<b>Tiempo de Garantía</b>	
<b>DATOS DE SUMINISTRO</b>			
<b>Empresa</b>		<b>Ciudad</b>	
		<b>Dirección</b>	
<b>Vendedor</b>		<b>Teléfono</b>	
		<b>E mail</b>	
<b>USOS ESPECIFICO</b>			
<b>Materia de Aplicación</b>			
<b>Insumos o reactivo usa:</b>			

[14]

Dentro de la hoja de vida se adiciona otro formato el cual es el control del técnico, en esta parte se llevará el control del mantenimiento preventivo y correctivo, y la calibración, con fecha, laboratorio encargado del mantenimiento, firma del encargado de salida. En el anexo 5 se pueden visualizar las hojas de vida de los equipos.

**Tabla 7: Control técnico de los equipos**

<b>CONTROL TÉCNICO</b>										
Fecha de Salida			Mantenimiento		Calibración	Nombre del Laboratorio técnico	Firma de Encargado de Laboratorio	Fecha de Ingreso		
Día	Mes	Año	Preventivo	Correctivo				Día	Mes	Año

Fuente la Autora

Como se muestra en la tabla 7, el formato solicita el nombre del laboratorio técnico, ya que con esto se lleva un control de quien realiza el mantenimiento o la calibración, se puede demostrar que este cumple las normas de calidad en el mantenimiento y calibración, y con esto se puede constatar su veracidad.

También dentro de las hojas de vida de los equipos es recomendable tener un formato de préstamo para los mismos, con esto se llevará registro, último usuario que uso el dispositivo, con código y facultad, fecha de entrega y recibido, tiempo de préstamo, aplicación, lugar de uso, estado en que se entrega el equipo, quien lo presta y firma de quien recibe. Este formato se encuentra en el anexo 6.

## 6. PROTOCOLOS

Los protocolos son una herramienta útil, ya que en muchos casos los usuarios, pueden llevar un orden de las acciones a realizar, para este caso la herramienta propuesta permite a los estudiantes, docentes, investigadores y colaboradores de los laboratorios, usar los dispositivos de manera adecuada, evitando daños, des-calibraciones y obtención de resultados no confiables debido a una mala manipulación de los equipos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presentan dos tipos de protocolos:

- Protocolo de Manejo y Calibración
- Protocolo técnico

### 6.1 Protocolo técnico

El formato que se encuentra en el anexo7, tiene las siguientes características:

Encabezado: En este se identifica el protocolo por el nombre del equipo, el logo de la Universidad Santo Tomas y el número de páginas que contiene el protocolo.

Objetivo: En esta parte se indica los objetivos del protocolo técnico a los usuarios.

Imagen: Se mostrará un diagrama del equipo, en este se indicará las partes del equipo.

Rangos: Se indicara los datos que se obtendrán, con esto se hace referencia a si es en mg/ml, ppm/ml, m/s, etc., y así el usuario identificara los datos que obtendrá, y con esto verificar los datos obtenidos.

Bibliografía: Se indica la referencia de la información obtenida y su fuente.

### 6.2 Protocolo de manejo de lo equipo.

El formato establecido en este y se encuentra en el anexo 8, tiene las siguientes características:

Encabezado: En este se identifica el protocolo por el nombre del equipo, llevara el logo de la Universidad Santo Tomas y el número de páginas que contiene.

Introducción: Se dará una leve introducción de la función del equipo, y como este es útil en las diferentes ramas de la academia.

Objetivos: En este se indicara los objetivos del protocolo por el usuario, que lo use dentro y fuera de la Universidad Santo Tomas.

Actividad a Realizar: se enumera los pasos a seguir en la manipulación de los equipos.

Calibraciones y Mantenimientos: En este indicará el mantenimiento y calibraciones recomendadas por el fabricante y en su defecto también las normas establecidas.

Bibliografía: En esta se llevara control de la información que sea la adecuada, también se evita el plagio de la información.

## 7. DISEÑO DEL MANUAL

El manual es una ayuda educativa, permite al usuario, realizar procesos de investigación, docencia y control de los dispositivos, adicionalmente la universidad puede mantener un proceso de mejora continua en la calidad del servicio ofrecido por los laboratorios.

En este caso el formato que se siguió fue el siguiente:

**Introducción:** En esta sección se realizó una descripción leve de los componentes del manual dando a conocer sus énfasis y sus aplicaciones.

**Propósito:** Se indicaron los propósitos del manual en esta sección.

**Tabla de Contenido:** Como este manual lleva más de 2 páginas se colocó, tabla de contenido así los usuarios se pueden acceder más fácil a la información.

**Protocolos:** En este se busco fue uniformidad donde se unieron las hojas de vida, protocolo técnico y protocolo de manejo, por cada por cada marca de dispositivo, así el usuario no tendría que buscar por cada sección, y retrasaría su proseo. Se tomó dispositivo por dispositivo, que se encuentra dentro del inventario.

## 8. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el diseño del manual de manejo se obtuvo lo siguiente:

- Dentro del inventario se encontró que hay equipos obsoletos en el funcionamiento, que su tecnología es antigua y no ofrece un rango de error. Adicional a esto se encontró que en algunos equipos no coincidía el código con el que estaba en el inventario y el que tenía en la placa. No obstante, también hay equipos que no estaban ingresados en el sistema en el momento en que se realizó el inventario, y por otro lado hay equipos que aún están en su empaque o cajas y nunca se han usado, también se encontraron reactivos nuevos y vencidos.
- La gran mayoría de los equipos son eléctricos, un 9% de estos tienen su manual de manejo, del total de equipos, el 63% usa insumos o reactivos que no están completos por consiguiente no funcionan al 100%; adicionalmente se evidenció que no se tiene establecido un mantenimiento preventivo y tampoco correctivo, solo una limpieza realizada cada seis meses en algunos equipos. También cabe mencionar que a ninguno se le ha realizado una calibración posterior a la de fábrica, lo que indica que los resultados obtenidos a través de su uso no son confiables.
- En el momento en el que se elaboraron las hojas de vida la información registrada muestra tres tipos de proveedores: la misma universidad (debido a que su compra fue hace muchos años), proveedor inexistente (no hay registro o la empresa no existe) y proveedor registrado; esto incidió en la recopilación de los manuales de manejo, hasta el punto que algunos de ellos no se pudieron obtener en la red.
- Cuando se elaboraron los protocolos manejo, una de las dificultades más relevantes fue la no existencia del manual del equipo, la información fue obtenida mediante la investigación de equipos similares a estos.

## 9. RECOMENDACIONES

- Es necesario los equipos que lleven más de diez años en la universidad se den de baja.
- Todos los equipos deben estar ingresados en el sistema de inventario, con lo cual se evitan daños o robos, y realizar control de estos.
- Es recomendable que los equipos se encuentren organizados por categoría de aplicación, estén en un lugar limpio y con buena ventilación, con los manuales y nombre para su fácil identificación.
- Para realizar las investigaciones y análisis es preciso tener los reactivos e insumos completos, y que sean acordes con el funcionamiento del mismo, lo que hace las investigaciones más sencillas.
- Los formatos de registros préstamo deben ser llevados para cada equipo, lo que hará seguro su préstamo y también se generara responsabilidad a los que se les presta.
- Todos los manuales deben guardarse con cada equipo y adicional a esto contar con una copia de los mismos en caso de pérdida.
- Para garantizar la veracidad de los datos, por ende se debe programar los mantenimientos preventivos, y en caso de que la manipulación no se adecuada o se haya tenido alta demanda se debe hacer el mantenimiento correctivo.
- Todos los laboratorios deben programar una calibración de los equipos mínimo cada seis meses, para certificar la valides de los datos.
- Las hojas de vida de los equipos deben estar accesible de los usuarios para hacer control del proveedor partes y fecha de compra, y este se anexa formatos de préstamo.
- Los laboratorios deben tener zonas de trabajo y especiales para las investigaciones ambientales, con espacios delimitados de trabajo seguro, adicional exigir los elementos de protección personal para disminuir los riesgos de intoxicación y lesiones personales.
- Por la cantidad de equipos y lo costosos que son, se recomienda debe haber un laboratorista encargado del área y que sepa el manejo de estos, el cual incentivara el proceso de mejora continua, y alcanzar la sistematización del laboratorio de la facultad.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

[1] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Bogotá: INCONTEC, 2005. 1p. (NTC ISO/EIC 17025)

[2] LÓPEZ R. Isabel. Optimización Del Sistema De Calidad Analítica En El Laboratorio De Análisis De Aguas de La CARDER. Manizales, 2003, 13p. Proyecto de grado (Titulo de Ingeniería Química). Universidad Nacional De Colombia Facultad De Ingeniería Y Arquitectura.

[3] SILVA. D y FRANCO.F, Evaluación y diagnóstico del laboratorio de la facultad de Ingeniería ambiental y sanitaria de la Universidad de la Salle, como base para la implementación de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-EIC 17025. Bogotá, 2003, 342 p. Proyecto de grado (Titulo de Ingeniería Ambiental y Sanitaria). Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Gestión de Laboratorios de Ingeniería Ambiental.

[4] QUEVEDO C. y ORTEGA A. Rodolfo, Norma ISO/IEC 17025. Bogotá D.C, 2003. Proyecto de pasantía Gestión. Superintendencia de Industria y Comercio.

[5] COLOMBIA, RESOLUCIÓN NÚMERO 176 “Por la cual se derogan las resoluciones 59 de 2000 y 79 de 2002 y se establece el nuevo procedimiento de acreditación de laboratorios ambientales en Colombia”, Artículo 2, p 4, Bogotá, D.C., 2003.

[6] LAMILLA A. y ARGÜELLO J. Implementación de protocolos de calibración y ensayos según la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-EIC 17025 (Capítulo V) en el Laboratorio De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria Universidad De La Salle Facultad De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria Bogotá D.C., 2004, 25 p. Proyecto de grado (Titulo de Ingeniería Ambiental y Sanitaria). Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Gestión de Laboratorios de Ingeniería Ambiental.

[7]BOLIVAR C. Elaboración de la Documentación numeral 4. Requisitos de Gestión y 5.2 personal, Correspondiente a la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025 para el Laboratorio Microbiólogos LTDA. Bogotá D.C., 2006, 30 p. Proyecto de grado (Título de Microbióloga Industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias.

[8]MUJICA Q R. M. Diseño, Documentación e Implementación de la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025 al Laboratorio de Ensayos de TK ASME API Ingeniería E.U. Bucaramanga, 2008, 14p. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería Industrial.

[9]MONSALVE D. Diseño, Desarrollo y Documentación para Implementación el Sistema de Gestión de Calidad Basado en la Norma NTC ISO/ IEC 17025 en el Laboratorio de Control de Calidad para la Empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Bucaramanga, 2008, 22 p. Proyecto de grado (Título de Ingeniera Industrial). Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Industrial.

[10]PARRA, D. y POPÓ, O. Documentación de la norma técnica colombiana NTC-ISO/IEC17025 en el Laboratorio de Metrología Topográfica en la Universidad del Quindío. Pereira, 2010, 65 p. Proyecto de grado (Título Ingeniero Industrial). Universidad Del Quindío. Laboratorio de Metrología Topográfica.

[11]SUIZA, Organización Internacional de Normalización Secretaria Central. Acerca de ISO. [Base de datos en línea]. [Consultado 16 Abr 2014] Disponible en <<http://www.iso.org/iso/home/about.htm>>

[12] SANS, M C. Las Normas ISO: ¿qué es una norma? En: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales [en línea]. Vol. 3. No. ISSN 1138-9796. (1998). [Consultado 22 de abr. 2014]. Disponible en <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-129.htm>>

[13]COLOMBIA. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, Laboratorio integrado de Ingeniería Civil y Ambiental. [Base de datos en línea]. [Consultado 22 de abr 2014]. Disponible en <<http://laboratoriointegrado.uniandes.edu.co/index.php/laboratorio-ambiental>>

[14]Dr. ROJAS N. Recursos de Apoyo de Laboratorio. Bogotá D.C. 2010, 23 p Universidad Santo Tomas. Coordinador de Laboratorios.

[15] SUAREZ, M. y VARGAS, O. El protocolo. Lectura y Escritura Académicas de la Universidad Sergio Arboleda – Bogotá. [Base de datos]. [Consultado el 27 abr 2014]. Disponible en <[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles248476\\_El\\_protocolo\\_y\\_relatoria.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles248476_El_protocolo_y_relatoria.pdf)>

[16]QuimiNET. Importancia de la calibración mantenimiento preventivo de un equipo. México. 2007. [consultado en línea 27 abr 2014]. Disponible en <<http://www.quiminet.com/articulos/importancia-de-la-calibracion-y-mantenimiento-preventivo-de-un-equipo-21014.htm>>

[17]SECRETARIA DE RELACIONES EXTERIORES, OFICIALÍA MAYOR DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN, ORGANIZACIÓN Y PRESUPUESTO DIRECCIÓN DE ORGANIZACIÓN. Documento: guía técnica para la elaboración de manuales de procedimientos. México. SRE, 4 p.

[18]RODRIGUEZ, J. Guía de Elaboración de Diagnostico. Argentina. 2007, 2 p. Cooperativa Agropecuaria Unión Quebrada y Valles Ltda. (CAUQUEVA).Representante.

[19]ARBOLEDA, J. Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades. ANEXOS. Medellín, Colombia, 2008.108 p. EPM (Empresas Públicas de Medellín).