

**ACTUALIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO EN  
SIAMA LTDA**

**AURA MARÍA LEÓN SOLER**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**JULIO  
2014**

**ACTUALIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO EN  
SIAMA LTDA**

**INFORME FINAL PRÁCTICA EMPRESARIAL**

**SUPERVISOR PRÁCTICA EMPRESARIAL SIAMA LTDA.  
SERGIO ALEXANDER ROJAS SERRANO  
DIRECTOR DE FISICOQUÍMICA**

**SUPERVISOR PRÁCTICA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
CLAUDIA SOFIA QUINTERO  
QUÍMICA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL  
JULIO  
2014**

Nota de aceptación

---

---

---

---

Firma del director

---

---

Firma de jurados

Bucaramanga, Julio 2014

## CONTENIDO

RESUMEN GENERAL.....	12
GENERAL SUMMARY .....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1 OBJETIVOS.....	15
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
2 GENERALIDADES .....	16
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	16
2.2 MISIÓN.....	17
2.3 VISION.....	17
2.4 POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL .....	18
2.5 POLITICA CALIDAD .....	18
2.6 RECURSO HUMANO .....	18
2.7 SERVICIOS .....	19
2.7.1 Aguas .....	19
2.7.2 Alimentos .....	19
2.7.3 Suelos .....	20
2.8 CERTIFICACIONES .....	20
2.9 ORGANIGRAMA .....	21
2.10 MAPA DE PROCESOS .....	22
3 ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO P-013 “MUESTREO HIDROBIOLOGICO” .....	23
3.1 PLANCTON .....	25

3.2	PERIFITON.....	27
3.3	MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS.....	29
3.4	NECTON.....	32
3.5	MACRÓFITAS .....	34
3.6	PLAN DE MUESTREO .....	36
3.7	CONDICIONES AMBIENTALES .....	36
4	ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO R-123 “DATOS DE CAMPO MUESTREO HIDROBIOLÓGICO” .....	39
5	INSTRUCCIONES AL PERSONAL DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO.....	41
5.1	INSTRUCCIÓN TEÓRICA .....	41
5.2	INSTRUCCIÓN PRÁCTICA.....	42
5.3	EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO.....	44
6	PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO ACTUALIZADO (P-013) “MUESTREO HIDROBIOLÒGICO” .....	46
7	PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO POR LOS MUESTREADORES. ....	47
7.1	SIMULACIÓN DEL MONITOREO .....	47
7.2	CRITERIOS DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN .....	49
7.3	CALIFICACIÓN OBTENIDA DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN .....	55
8	CONCLUSIONES .....	64
9	RECOMENDACIONES.....	65
10	BIBLIOGRAFIA .....	66

## LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Evaluación de instrucción .....	45
Imagen 2. Formato de campo "R-123 Datos de Campo Muestreo Hidrobiológico"	68
Imagen 3. Formato de campo "R-123 Datos de Campo Muestreo Hidrobiológico"	69
Imagen 4. Control asistencia instrucción teórica.....	70
Imagen 5. Control asistencia instrucción práctica.....	71
Imagen 6. Control asistencia a la presentación del documento P(0-13) .....	72
Imagen 7. Evaluación 1 de la práctica .....	73
Imagen 8. Evaluación 2 de la práctica. ....	74
Imagen 9. Evaluación 3 de la práctica .....	75
Imagen 10. Formato de campo monitoreo 26 de abril .....	76
Imagen 11. Formato de campo monitoreo 26 de abril .....	77
Imagen 12. Evaluación de conocimiento .....	85
Imagen 13. Evaluación de conocimiento .....	86
Imagen 14. Evaluación de conocimiento .....	87
Imagen 15. Presentación documento P(0-13) .....	88
Imagen 16. Presentación documento P(0-13) .....	89

## LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. No conformidades .....	23
Cuadro 2. No conformidades .....	24
Cuadro 3. Cambios procedimiento de Plancton.....	25
Cuadro 4. Cambios en el procedimiento de Perifiton.....	27
Cuadro 5. Cambios en el procedimiento de Macroinvertebrados béticos. ....	29
Cuadro 6. Cambios en el procedimiento para Necton. ....	32
Cuadro 7. Cambios en el procedimiento para Macrófitas. ....	34
Cuadro 8. Cambios en las condiciones ambientales. ....	36
Cuadro 9. Cambios en el formato R-123 .....	39
Cuadro 10. Temas de instrucción .....	41
Cuadro 11. Descripción de la instrucción práctica .....	43
Cuadro 12. Descripción de la aplicación de las técnicas de muestreo. ....	47
Cuadro 13. Cuadro de calificación .....	54
Cuadro 14. Determinación de desempeño .....	54

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Puntuación promedio para "Preparación del monitoreo".....	78
Tabla 2. Porcentaje de cumplimiento en "Preparación del monitoreo" .....	78
Tabla 3. Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para perifiton" .....	79
Tabla 4. Porcentaje de cumplimiento en "Aplicación del procedimiento para perifiton" .....	79
Tabla 5. Puntuación promedio para " Aplicación del procedimiento para plancton" .....	80
Tabla 6: Porcentaje de cumplimiento en "Aplicación del procedimiento para plancton" .....	80
Tabla 7: Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos" .....	81
Tabla 8: Porcentaje de cumplimiento en "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos" .....	81
Tabla 9: Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para macrofitas" .....	82
Tabla 10: Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para necton" .....	82
Tabla 11: Puntuación promedio para "Registro de datos de campo" .....	83
Tabla 12: Porcentaje de cumplimiento en "Registro de datos de campo" .....	83
Tabla 13: Porcentaje de cumplimiento individual de cada aspecto .....	84
Tabla 14: Porcentaje de cumplimiento general del muestreo hidrobiológico .....	84

## LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Relación de puntuación para "Preparación del monitoreo" .....	56
Gráfica 2: Relación de puntuación para "Aplicación del procedimiento para perifiton" .....	57
Gráfica 3: Relación de puntuación para "Aplicación del procedimiento para plancton" .....	58
Gráfica 4: Relación de puntuación para "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos" .....	59
Gráfica 5: Relación de puntuación para "Registro de datos de campo" .....	60
Gráfica 6: Porcentaje de cumplimiento de los procedimientos de toma de muestras hidrobiológicas .....	61
Gráfica 7: Relación de puntuación de la valoración en general .....	63

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama.....	21
Figura 2. Mapa de procesos .....	22
Figura 3. Procedimiento para Plancton.....	26
Figura 4. Procedimiento para perifiton .....	28
Figura 5. Procedimiento para macroinvertebrados béticos.....	31
Figura 6. Procedimiento para necton .....	33
Figura 7. Procedimiento para macrófitas .....	35

## ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE CAMPO R-123.....	68
ANEXO 2. CONTROL DE ASISTENCIA A LA INSTRUCCIÓN TEÓRICA “TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS” .....	70
ANEXO 3. CONTROL DE ASISTENCIA A LA INSTRUCCIÓN PRÁCTICA DE "TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS" .....	71
ANEXO 4. CONTROL DE ASISTENCIA A "PRESENTACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO (P-013)" .....	72
ANEXO 5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS HIDROBIOLÓGICAS .....	73
ANEXO 6. FORMATO DE CAMPO R-123 DE LA SIMULACIÓN DEL MONITOREO DEL 26 DE ABRIL DE 2014.....	76
ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.....	78
ANEXO 8 . EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO .....	85
ANEXO 9. PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO P (0-13).....	88

## **RESUMEN GENERAL**

**TÍTULO:** ACTUALIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MUESTREO  
HIDROBIOLÓGICO EN SIAMA LTDA

**AUTOR:** AURA MARÍA LEÓN SOLER

**FACULTAD:** INGENIERÍA AMBIENTAL

**DIRECTOR:** CLAUDIA QUINTERO

### **RESUMEN**

El laboratorio SIAMA LTDA ofrece dentro de su portafolio de servicios la toma de muestras hidrobiológicas (perifiton, plancton, macroinvertebrados bénticos, macrófitas, necton) que se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la empresa, el cual fue actualizado teniendo en cuenta las no conformidades implantadas en una auditoria en el año 2012. La actualización de las técnicas de muestreo se basó en algunos protocolos planteados por instituciones técnicas siendo estos adaptados a las necesidades del laboratorio. Se adecuaron los formatos de campo para la toma de datos durante el muestreo y se presentó el documento después de su actualización, para terminar con una valoración del personal en la ejecución de las técnicas.

**PALABRAS CLAVE:** Muestreo hidrobiológico, Perifiton, Necton, Macroinvertebrados bénticos, Macrófitas, Plancton, Formatos de campo.

## **GENERAL SUMMARY**

**TITLE:** UPDATING OF HYDROBIOLOGICAL SAMPLING TECHNIQUES IN SIAMA LTDA.

**AUTHOR:** AURA MARÍA LEÓN SOLER

**FACULTY:** ENVIRONMENTAL ENGINEERING

**DIRECTOR:** CLAUDIA QUINTERO

### **ABSTRACT**

The SIAMA LTDA laboratory offers in his portfolio service the taking of hydrobiological samples (Periphyton, plankton, macroinvertebrates, benthic, macrophytes, nekton) that are done taking into account the established procedures of the enterprise, which was update having into consideration the non-conformities created in the 2012 audit. The actualization of the sample techniques was based on some protocols planted by technical institutions being these ones suitable to the necessities in the laboratory. The field formats were suit for taking the data during the sampling and the document was presented after its updating, to finish with a valorization of the teamwork when executing the techniques.

**KEYWORDS:** Hydrobiological Sampling, Periphyton, Plankton, Macroinvertebrates, Benthic, Macrophytes, Nekton

## INTRODUCCIÓN

SIAMA LTDA tiene dentro de su portafolio de servicios la realización de muestreos hidrobiológicos, donde se monitorean cinco grupos, perifiton, macroinvertebrados bénticos, plancton, macrófitas y necton, los cuales son de interés para varios de los clientes de la empresa debido a su utilización como indicadores de la calidad del agua y como determinantes de las variaciones que pueda sufrir los cuerpos de aguas. El documento P(-013) en donde se describe el procedimiento para muestreos hidrobiológicos requiere de ajustes que permitan mejorar los procedimientos de toma de muestras y atender las no conformidades que se establecieron en auditorias anteriores. Esta actualización tiene como fin establecer los procedimientos estipulados por comunidades técnicas y que se adecuen a las condiciones y necesidades del laboratorio, para así obtener la certificación del procedimiento. Además de realizar la actualización de los documentos, se debe instruir al personal encargado de realizar la tomas de muestras para que la ejecución del procedimiento sea como se ha estipulado y el material de interés sea representativo del lugar de monitoreo

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Actualizar y establecer línea base documental para el procedimiento de muestreos hidrobiológicos en el laboratorio de SIAMA LTDA.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- I. Actualizar los procedimientos para la realización de muestreos hidrobiológicos.
- II. Establecer los documentos que soporten la planeación y toma de datos del muestreo hidrobiológico.
- III. Evaluar las competencias del personal involucrado en el procedimiento de muestreos hidrobiológicos dentro de sus labores de campo.

## 2 GENERALIDADES

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

- Nombre de la empresa: Servicios integrados para la industria de alimentos y el medio ambiente
- Representante Legal: Albio Enrrique Espinosa Safar
- NIT: 804016152-8
- ARL: SURA
- Dirección: Carrera 24 # 36-11 Bucaramanga, Colombia
- Teléfono: 634800
- Fax: 6348800
- Página Web: [www.siamaltda.com](http://www.siamaltda.com)

SIAMA LTDA (SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE) es un laboratorio de análisis fisicoquímico y microbiológico que da soporte en temas de calidad y medio ambiente a los diferentes sectores productivos. La empresa cuenta con un sistema de gestión de calidad ISO 9001: 2008 y está acreditada bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 ante el IDEAM, la cual rige los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Dentro del portafolio de servicios que ofrece SIAMA LTDA se encuentran análisis fisicoquímico y microbiológico de alimentos, aguas residuales, superficiales, subterráneas y potables y además estudios hidrobiológicos, análisis de suelos para el agro y afectados por contaminaciones, consultorías en el área ambiental, monitoreo y muestreos en campo en el área de fisicoquímica y microbiología para aguas y alimentos y consultoría en Alimentos.

En el sector agroindustrial SIAMA LTDA sirve de apoyo al control de la calidad de las empresas más importantes de la región que comprenden empresas avícola, cárnico, lácteo, de procesamiento de granos, fabricantes de concentrados, importadores y comercializadores de materias primas.

Empresas prestadoras de servicios públicos como acueductos municipales, veredales, particulares, rellenos sanitarios, hospitales y centros de reclusión también hacen parte de los clientes de la empresa. SIAMA LTDA presta ayuda en temas relacionados con calidad a grandes, mediana, pequeñas, micro y famiempresas del sector productivo.

Los principales sectores a los que la empresa ofrece sus servicios son:

- Sector Agroindustrial: trabaja con los pilares de la economía regional y nacional como el avícola, cárnico, lácteo, de procesamiento de granos, fabricantes de concentrados, importadores y comercializadores de materias primas.
- Sector de alimentos: todo tipo de empresas de alimentos, sean grandes, medianas, pequeñas, micro y famiempresas que determinen la calidad de los alimentos.
- Sector de servicios públicos: Empresas prestadoras de servicios públicos tales como acueductos municipales, verdales, particulares, rellenos sanitarios, hospitales y centros de reclusión.
- Laboratorios e ingeniería: Se trabaja con reconocidos laboratorios que subcontratan los servicios de la empresa, laboratorios de línea cosmética y belleza y a su vez las empresas de ingeniería

## **2.2 MISIÓN**

SIAMA LTDA tiene como propósito contribuir al desarrollo sostenible mediante el diseño e implementación de proyectos para entidades naturales y/o jurídicas privadas, mixtas u oficiales, ubicadas en el sector de alimentos /o del medio ambiente a través de la prestación de servicios de toma de muestras, análisis fisicoquímico y microbiológico, apoyo técnico y asesorías, para asegurar resultados bajo estándares de calidad dados por normas nacionales e internacionales, enmarcadas en las políticas de protección y saneamiento ambiental.

## **2.3 VISION**

En el año 2015 SIAMA LTDA se ubicará como una de las empresas líderes en la prestación de servicios de toma de muestras, análisis fisicoquímico y microbiológico, apoyo técnico y asesorías en una actividad garantizada por la certificación internacional para tal fin.

## **2.4 POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**SIAMA LTDA**, como empresa dedicada a la prestación de servicios de toma de muestras, análisis de laboratorio fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos, apoyo técnico y asesorías, ha identificado los riesgos presentes en sus actividades y conscientes del compromiso que tiene como empresa ante sus trabajadores y partes interesadas implementa el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional con el fin de trabajar en la prevención de los accidentes de trabajo y enfermedades laborales (**ATEL**) presentes en sus actividades y en el cumplimiento de los requisitos legales y de otra índole aplicables. Mantendremos y mejoraremos continuamente nuestro sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional y su desempeño a través de la asignación de recursos, la identificación de peligros y valoración de riesgos, brindando capacitación constante al personal en seguridad y salud ocupacional y así generar un ambiente de trabajo sano y seguro.

## **2.5 POLITICA CALIDAD**

SIAMA LTDA y su alta dirección se compromete con todos sus clientes y proveedores, a mejorar continuamente su sistema de gestión de la calidad, para generar confianza en sus servicios ofrecidos como; toma de muestras, análisis microbiológicos, físicos y químicos de aguas, alimentos y suelos. Teniendo siempre en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes y los requisitos del cliente, generando una rentabilidad adecuada para la empresa, trabajando en la mejora continua de los procesos y servicios con un entorno adecuado para su talento humano.

Nuestra meta es obtener resultados confiables con personal competente que conozca la documentación e implemente las políticas y objetivos de calidad, con infraestructura adecuada, cumpliendo con los requisitos de gestión y técnicos de las normas **NTC-ISO 9001:2008 y NTC-ISO/IEC 17025:2005**.

## **2.6 RECURSO HUMANO**

El recurso humano de SIAMA LTDA. es nuestra mayor garantía de calidad. Son profesionales especializados en cada una de las áreas manejadas, con años de experiencia y en permanente capacitación y actualización. Contamos con profesionales en las áreas de Química, Microbiología e Ingenierías.

## **2.7 SERVICIOS**

- Análisis fisicoquímico de alimentos (tablas nutricionales – Bromatológicos).
- Análisis fisicoquímico de aguas residuales, superficiales, subterráneas y potables.
- Análisis microbiológico de alimentos.
- Análisis microbiológico de Aguas residuales, superficiales, subterráneas y potables.
- Estudios hidrobiológicos.
- Análisis de suelos para el agro y afectados por contaminaciones.
- Consultorías en el área ambiental.
- Monitoreos y muestreos en campo en el área de fisicoquímica y microbiología para aguas y alimentos.
- Consultoría en Alimentos.

### **2.7.1 Aguas**

Nuestra empresa ofrece servicios en el área microbiológica de aguas que permitirán determinar la existencia de microorganismos que afecten características de potabilidad y consumo de este valioso líquido. En la parte de fisicoquímica hacemos análisis que nos permitirán determinar características físicas y componentes químicos en las muestras de agua para ayudar a nuestros clientes en el manejo y tratamiento de este recurso. Nuestro servicio abarca desde el sector residencial (aguas recreativas) pasando por el sector alimentos (calidad del agua de consumo y proceso) hasta el sector industrial en general que igualmente debe controlar sus aguas residuales y de consumo para garantizar que sus vertimientos cumplan con las normatividad y las de consumo aseguren sus procesos.

### **2.7.2 Alimentos**

Ofrecen servicios en el área de microbiología enfocado al control de los procesos y producto sobre todo a empresas dedicadas a la producción, comercialización, distribución de alimentos, Brindando a nuestros clientes herramientas que permitan implantar controles periódicos en sus productos y procesos analizando tanto el producto como ambientes, superficies y manipuladores que complementan la verificación del proceso en general.

Igualmente ofrecemos análisis para la caracterización Físicoquímica de los alimentos, la requerida por la normatividad, la tabla nutricional básica y tablas nutricionales más complejas que determinan Vitaminas.

### **2.7.3 Suelos**

Brindamos soporte a los diferentes sectores que requieren el análisis de suelos orientado al uso agrario para determinar las características básicas necesarias que definen su uso y a empresas que requieran de análisis para implementar sistemas de control o verificación en suelos que han sufrido contaminaciones por sustancias tóxicas o hidrocarburos. Realizamos tanto el análisis como el muestreo cuando nuestros clientes así lo solicitan.

## **2.8 CERTIFICACIONES**

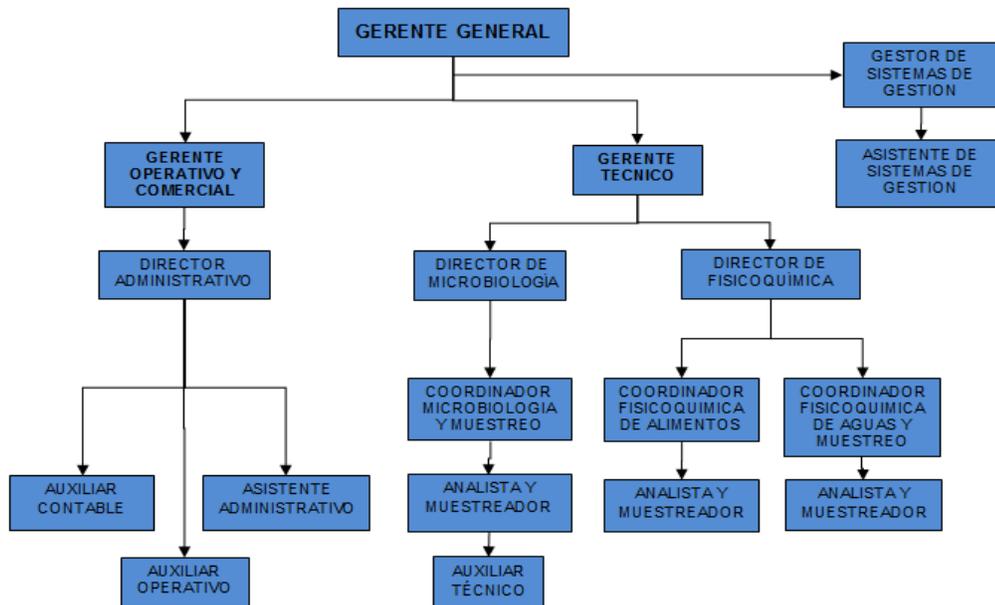
- Certificado SC 4541 – 1. Certificación bajo norma NTC ISO 9001:2008, otorgada por ICONTEC, para el análisis de aguas, alimentos y materias primas, con destino al consumo humano y animal.
- Certificación del Sistema de Gestión de SIAMA LTDA bajo la Norma OHSAS 18001:2007, otorgada por certificado ICONTEC con alcance en toma de muestra y trabajo en campo, análisis hidrobiológicos, físicoquímicos y microbiológicos de aguas, suelos, alimentos y materias primas
- Acreditación bajo norma ISO 17025 otorgada por el IDEAM resolución No. 2696 del 11 de Octubre del 2012 para los parámetros DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sólidos Sedimentables, Oxígeno Disuelto, Coliformes totales, Coliformes fecales, Muestreo Simple y Compuesto.
- Certificación por la Secretaría de Salud Departamental y Municipal e INVIMA para realizar análisis físicoquímico y microbiológico en alimentos para humanos, bebidas, y aguas.
- Registro ICA bajo resolución N° 002223 de Agosto de 2005, para el análisis físicoquímico y microbiológico de alimentos balanceados para animales y materias primas.

- Autorización del Ministerio de Protección Social, mediante resolución 431 de 2012, para laboratorios de análisis fisicoquímico y microbiológico de agua potable.

## 2.9 ORGANIGRAMA

SIAMA LTDA se encuentra estructurada de la siguiente manera.

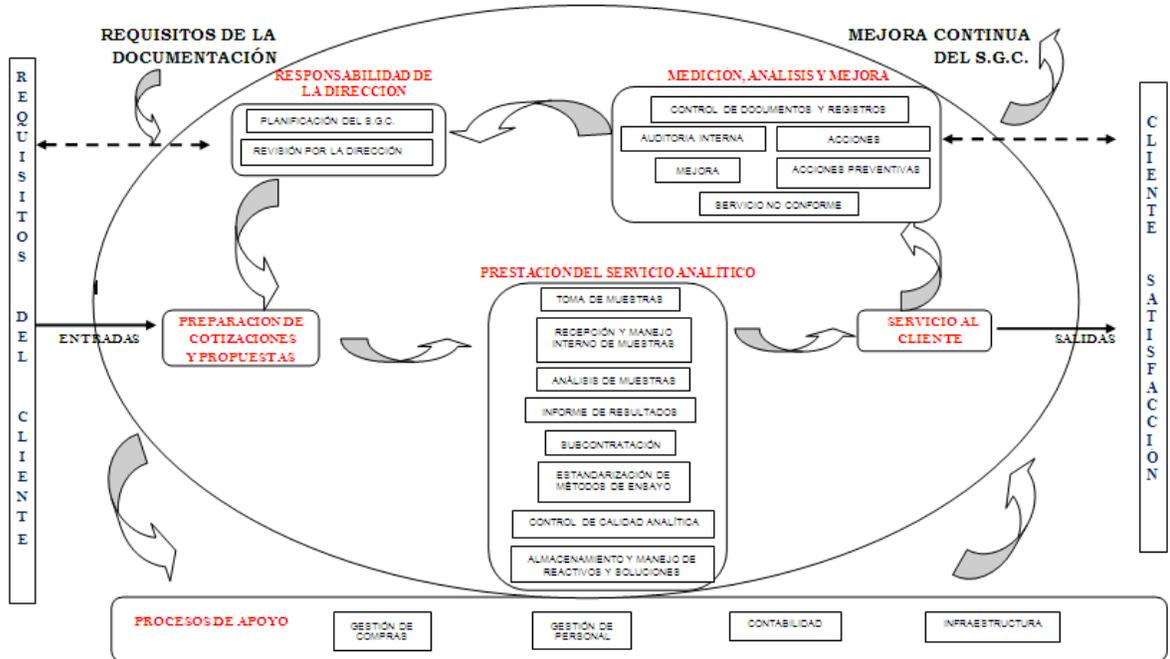
**Figura 1.** Organigrama



**Fuente:** o006

## 2.10 MAPA DE PROCESOS

Figura 2. Mapa de procesos



Fuente: o005

### 3 ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO P-013 “MUESTREO HIDROBIOLOGICO”

SIAMA LTDA cuenta con un manual donde se establece un procedimiento para muestreo hidrobiológico en el que se describen cinco técnicas (perifiton, macroinvertebrados bénticos, macrófitas, plancton y necton) cuyos procedimientos requieren un ajuste en el que se dé una descripción más detallada del proceso a seguir durante el muestreo, cumpliendo con los requerimientos técnicos necesarios. Para la actualización se tomó como base las no conformidades que se establecieron en una auditoría en el año 2012 y que hacen referencia a pasos específicos del monitoreo. Las no conformidades son las siguientes.

**Cuadro 1.** No conformidades

NO CONFORMIDADES	TIPO	NTC-ISO/IEC 17025:2005
Los métodos de muestreo de las variables evaluadas no tienen definido el método de referencia implementado en SIAMA LTDA.	Procedimental	En el punto 5.4.2 “Selección de los métodos” de la norma, se indica que se deben utilizar preferentemente los métodos publicados, tales como normas internacionales, regionales o nacionales o también puede basarse en métodos desarrollados por el laboratorio o métodos adoptados por el laboratorio si son apropiados para el uso previsto y si han sido validados.
El procedimiento “Toma de Muestras”, P-013, Versión 0.5., 03/07/12 no establece las condiciones ambientales bajo las cuales se procede a realizar o detener el muestreo hidrobiológico.	Procedimental	En la norma se especifica en el punto 5.3 “Instalaciones y condiciones ambientales”, que se debe tener en cuenta las condiciones ambientales las cuales no deben interferir en los resultados obtenidos y se deben tomar medidas de precaución durante los monitoreos.
Durante el muestreo hidrobiológico no se evidenció que se contara con el plan de muestreo.	Procedimental	De acuerdo con la norma, en esta se indica en el punto 5.7 “Muestreo”, que se debe contar con un plan y procedimientos en el momento de realizar un muestreo.

**Fuente:** Autor

**Cuadro 2.** No conformidades

<b>NO CONFORMIDADES</b>	<b>TIPO</b>
Durante el muestreo de perifiton no se tomó una muestra representativa que tuviera en cuenta todos los sustratos presentes en el tramo seleccionado de la corriente.	Técnico
Durante los proceso de muestreo, se evidenció que no se conocen las condiciones para la caracterización de peces, la información adicional a la secundaria que debe ser recolectada (medidas de longitud, ancho, arco de cabeza, distancia entre la cabeza y las aletas, número de aletas, coloración, peso, entre otras).	Técnico
Durante el muestreo de plancton se evidenció que no se tiene documentada ni implementada la metodología para definir los sitios de toma de submuestras para componer y obtener una muestra representativa del sistema acuático.	Técnico
Durante el muestreo de perifiton se tomaron las muestras debajo del agua, contribuyendo a la pérdida de muestra a medida que ascendía el cepillo por la columna de agua.	Técnico
Durante el muestreo de macroinvertebrados bénticos se fijó el marco de la red surber al sustrato, sin embargo, éste no fue removido de tal manera que se garantice que los organismos como larvas de quironómidos y gusanos pequeños pasen a la red	Técnico
Durante el muestreo de macroinvertebrados bénticos, después de pasar el contenido de la red al recipiente de almacenamiento, se enjuagó el residuo contenido en la red, en la corriente de agua, sin tener en cuenta las potenciales pérdidas de muestra.	Técnico

**Fuente:** Autor

En la complementación de los procedimientos para muestreo hidrobiológico de la empresa SIAMA LTDA, se tomó como referencia el protocolo de la EPA 841-B-99-002, el libro “metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la confederación hidrográfica del Ebro”, la NTC 5667 – 1, NTC 5667-2, NTC 5667-3, la GTC 25 y el manual de campo para muestreo de bentos. De estos procedimientos se ha realizado una adaptación para la empresa de acuerdo a las condiciones y necesidades de la misma.

El laboratorio cuenta con un sistema de gestión de calidad con lo que se pretende dar cumplimiento a los requerimientos de la NTC-ISO/IEC 17025:2005, por este motivo se dio solución a las no conformidades expuestas anteriormente y se describe a continuación.

### 3.1 PLANCTON

El plancton que se definen como organismos que flotan o se mantienen en suspensión en la superficie de los cuerpos de agua, es otro de los componentes hidrobiológicos que se monitorean en el laboratorio SIAMA LTDA. El procedimiento de toma de muestras de plancton describe la recolecta de material a través de unas redes donde se filtra una cierta cantidad de agua tomada de la superficie del cuerpo de agua y se recoge los organismos de interés. Los cambios que se realizaron para la toma de muestra de este grupo son los siguientes.

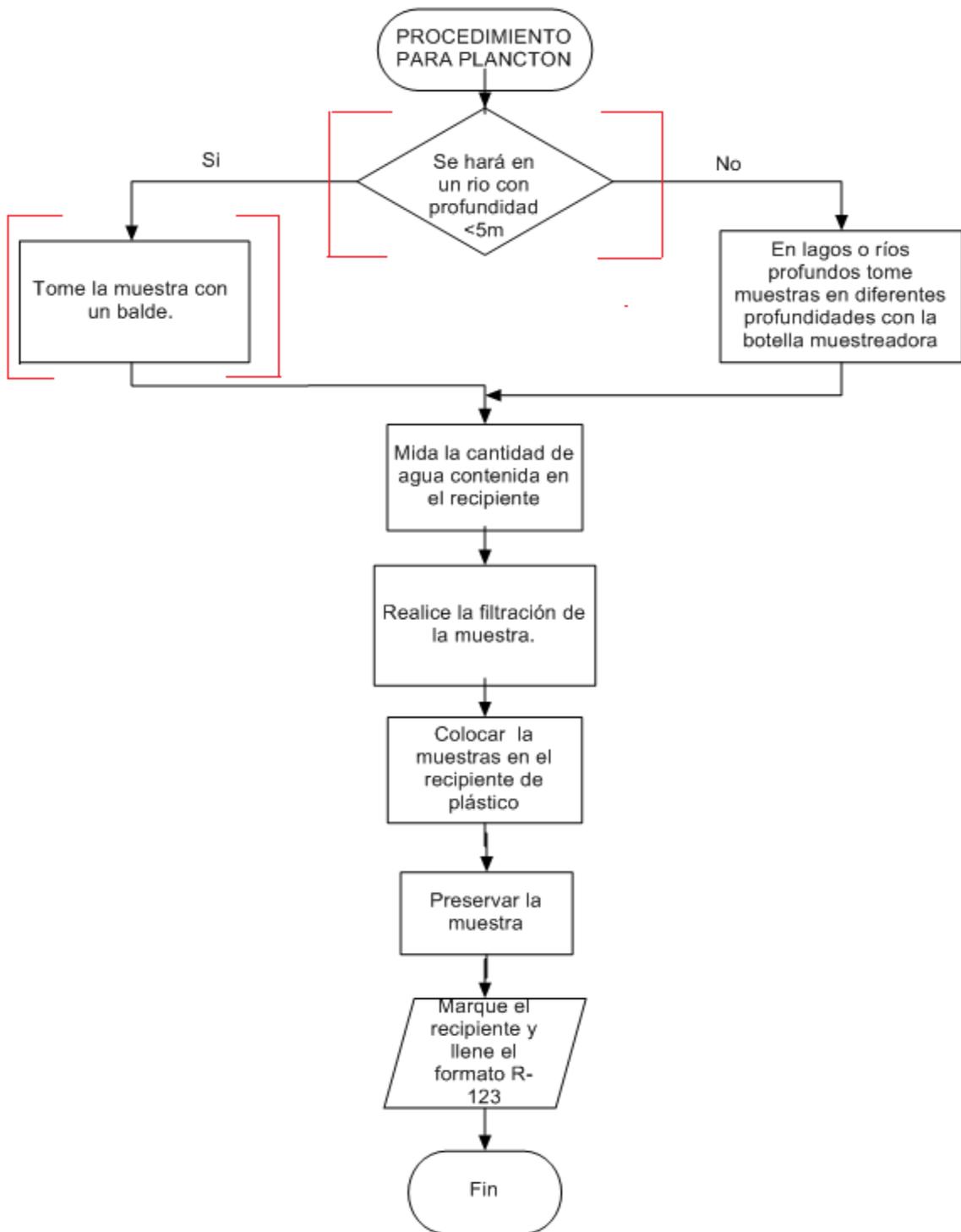
**Cuadro 3.** Cambios procedimiento de Plancton

TIPO	NO CONFORMIDAD	MODIFICACIÓN
TÉCNICO	Durante el muestreo de plancton se evidenció que no se tiene documentada ni implementada la metodología para definir los sitios de toma de submuestras para componer y obtener una muestra representativa del sistema acuático.	Se agregaron descripciones en cuanto a la profundidad a la cual se debe realizar la toma de la muestra dependiendo de la profundidad total del cauce y la cantidad de submuestras que se deben tomar en el río o el lago para obtener una muestra representativa.

**Fuente:** Autor

El procedimiento es el siguiente y en él se señala en rojo los pasos de proceso los cuales fueron modificados.

**Figura 3.** Procedimiento para Plancton.



**Fuente:** Autor

### 3.2 PERIFITON

El perifiton se refiere a grupos de organismos entre las que se hallan algas, bacterias y protozoos adheridos a diferentes sustratos que se encuentren sumergidos. A continuación se muestra los cambios que se realizaron al procedimiento y otras acciones que se tomaron para corregir las no conformidades que se impusieron.

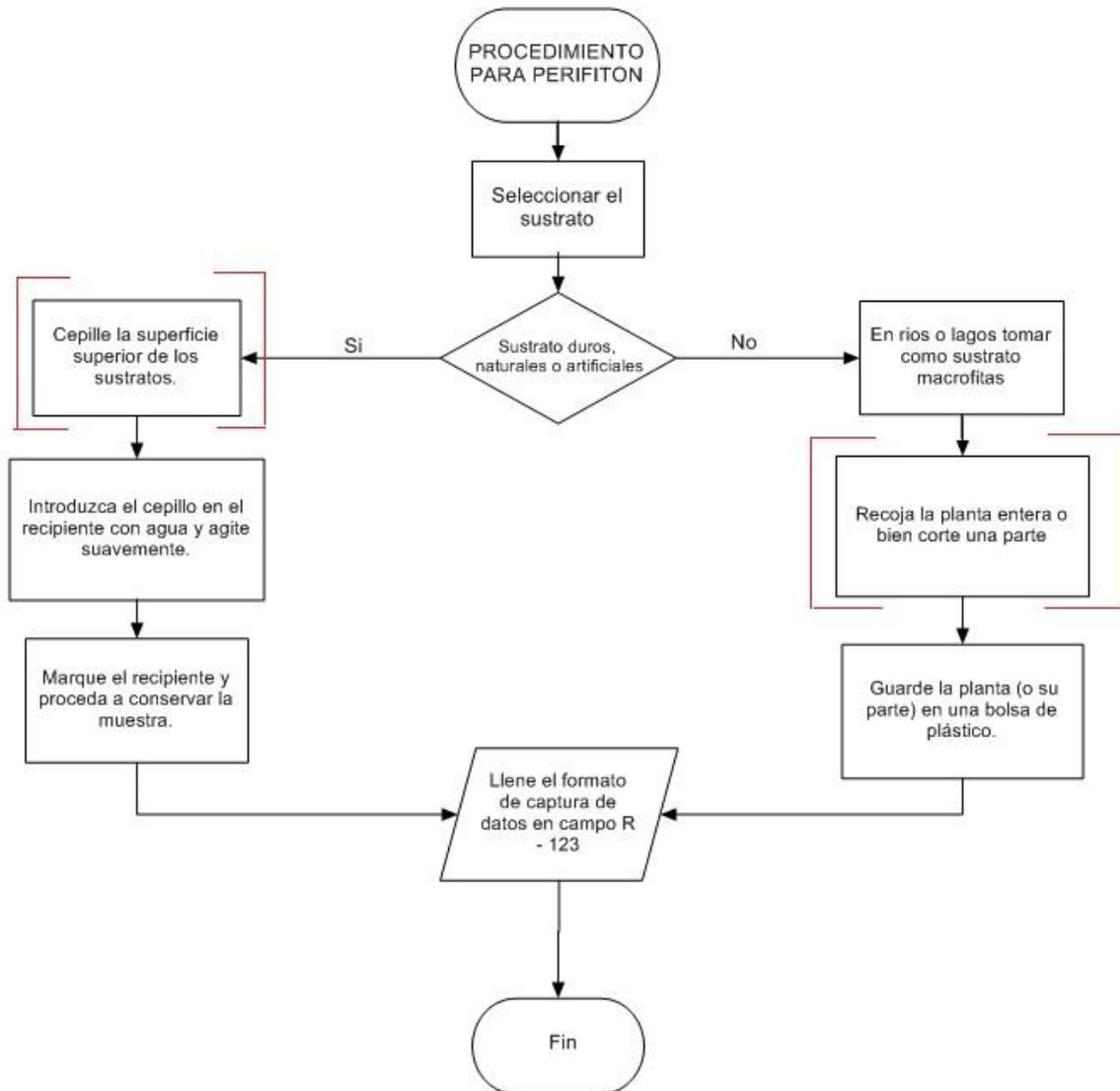
**Cuadro 4.** Cambios en el procedimiento de Perifiton

TIPO	NO CONFORMIDAD	MODIFICACIÓN
TÉCNICO	<p>Durante el muestreo de perifiton no se tomó una muestra representativa que tuviera en cuenta todos los sustratos presentes en el tramo seleccionado de la corriente</p>	<p>Se especifica el área mínima de raspado del perifiton de aproximadamente 100 cm<sup>2</sup> que se medirá con la ayuda de un cuadrante de 10x10 cm y un cepillo para retirar la muestra, además se establecen condiciones para la selección del sustrato de acuerdo a las características del tramo seleccionado y se explica el procedimiento a seguir dependiendo del tipo de sustrato</p> <p>Igualmente se especifica en el documento la toma de muestra en vegetación acuática que actúa como sustrato para el perifiton, las cuales deben ser tomadas enteras o cortarse una parte de la planta. Cuando las plantas son helofitas, se debe tomar el tallo que se encuentra sumergido.</p>
	<p>Durante el muestreo de perifiton se tomaron las muestras debajo del agua, contribuyendo a la pérdida de muestra a medida que ascendía el cepillo por la columna de agua.</p>	<p>Se recurrió a las instrucciones teórica y práctica dadas al personal de muestreo.</p>

**Fuente:** Autor

En el documento se puede encontrar la descripción detallada del procedimiento para la toma de muestra de perifiton. En la siguiente figura se muestra el procedimiento y en rojo se señala las modificaciones descritas anteriormente.

**Figura 4.** Procedimiento para perifiton



**Fuente:** Autor

### 3.3 MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS

Los macroinvertebrados bénticos son animales que viven en los fondos de los cuerpos de agua y para la toma de muestras de estas especies en SIAMA LTDA, se realiza por medio de una red surber para ríos y para lugares donde el sustrato es arenoso, lodoso y profundo se utiliza una draga ekman. Para este procedimiento se realizaron varias no conformidades. A continuación se muestra los cambios realizados al procedimiento, además se explica cómo se procedió para corregir los errores que se efectuaron al aplicar la técnica.

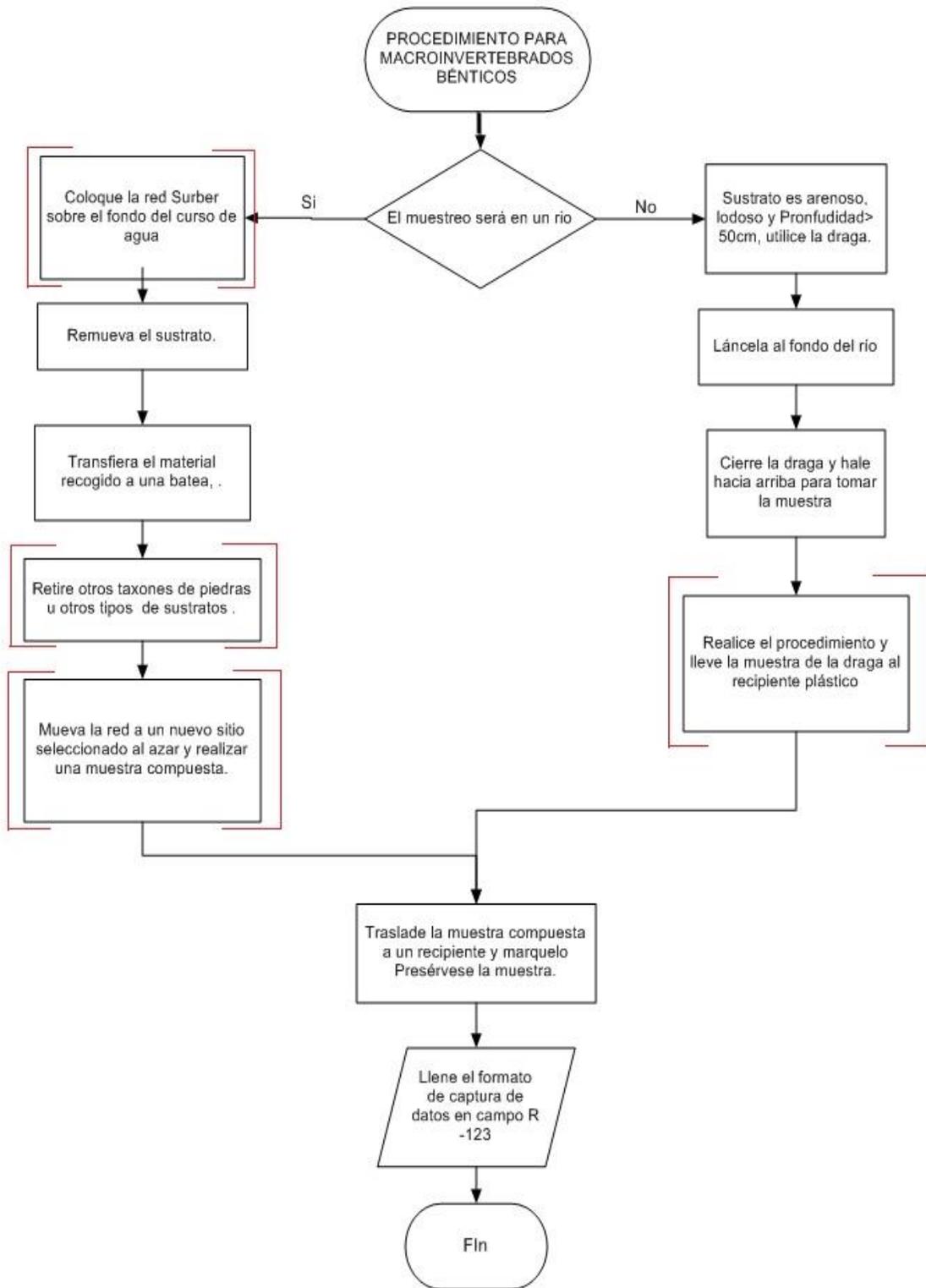
**Cuadro 5.** Cambios en el procedimiento de Macroinvertebrados bénticos.

TIPO	NO CONFORMIDAD	MODIFICACIÓN
TÉCNICO	Durante el muestreo de macroinvertebrados bénticos se fijó el marco de la red surber al sustrato, sin embargo, éste no fue removido de tal manera que se garantice que los organismos como larvas de quironómidos y gusanos pequeños pasen a la red	Durante la instrucción práctica se indicó la forma correcta en la que se debe ajustar la red al sustrato y como se debe realizar el traspaso de la muestra desde la red al recipiente donde se compondrá la muestra, además en el documento se describe la forma en la cual se debe manipular la red surber para evitar el paso del agua por debajo del marco y así impedir la pérdida de muestra.
	Durante el muestreo de macroinvertebrados bénticos, después de pasar el contenido de la red al recipiente de almacenamiento, se enjuagó el residuo contenido en la red, en la corriente de agua, sin tener en cuenta las potenciales pérdidas de muestra.	
	<b>OTRAS MODIFICACIONES</b>	
	Se complementó el procedimiento en ríos agregando unas indicaciones que permiten determinar la cantidad de marcos (de la red surber) a tomar y los sitios escogidos para realizar la recogida de muestra, además se sugiere realizar una revisión de las piedras u otros sustratos del lugar para obtener otros taxones que estén adheridos a estos, los cuales pueden ser retirados con la mano y ser adicionados a la muestra.	

**Fuente:** Autor

Con las indicaciones agregadas al documento para la toma de muestra de macroinvertebrados béticos se complementó el procedimiento y se presenta a continuación. Los símbolos encerrados en corchete son los pasos del procedimiento que han sido modificados.

Figura 5. Procedimiento para macroinvertebrados bénticos.



Fuente: Autor

### 3.4 NECTON

El necton son organismos con movimiento propio en los cuerpos de agua, incluye cetáceos, peces, moluscos, entre otros. Los cambios que se realizaron al procedimiento se muestran en el siguiente cuadro.

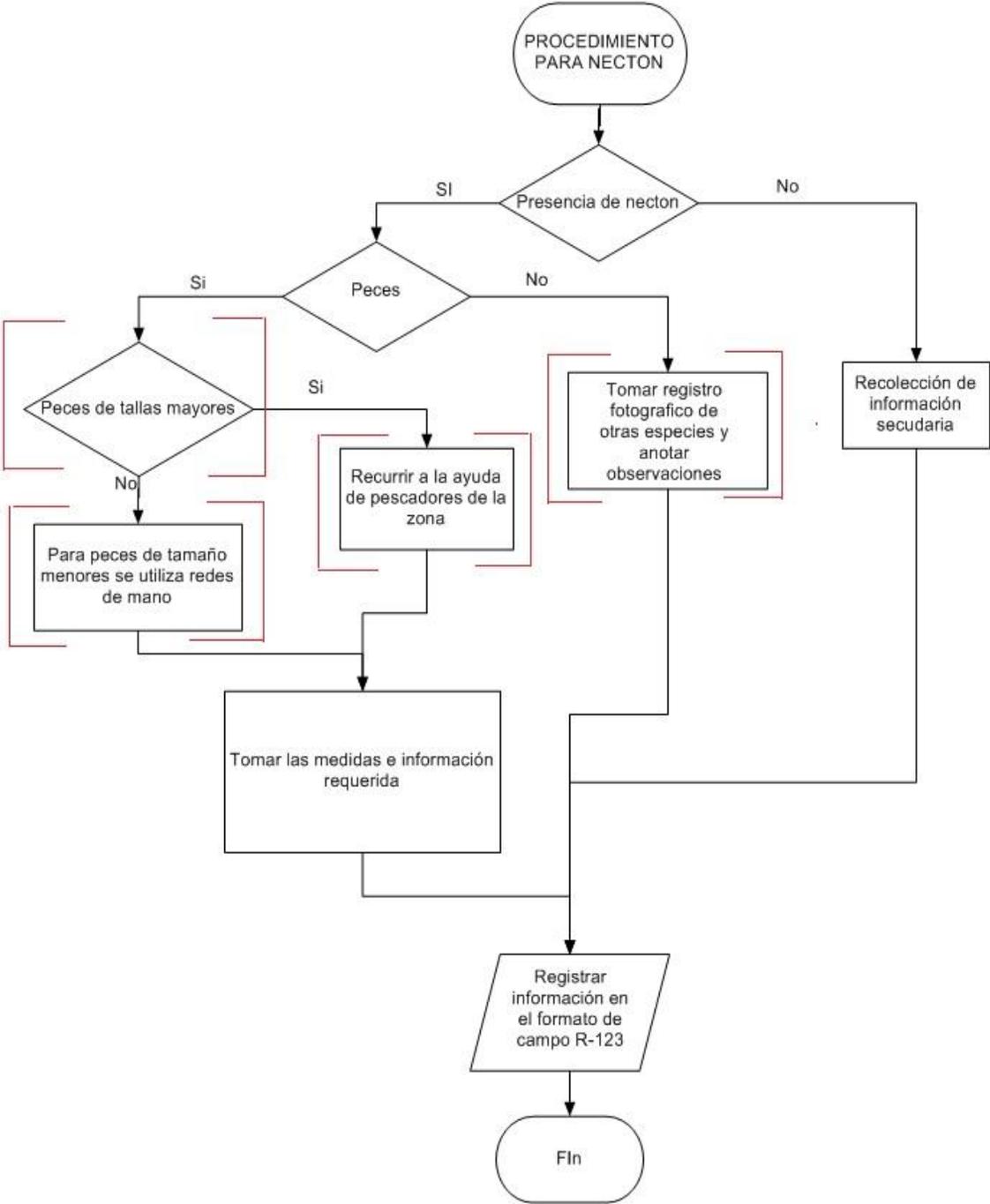
**Cuadro 6.** Cambios en el procedimiento para Necton.

TIPO	NO CONFORMIDAD	MODIFICACIÓN
TÉCNICO	Durante los procesos de muestreo, se evidenció que no se conocen las condiciones para la caracterización de peces, la información adicional a la secundaria que debe ser recolectada (medidas de longitud, ancho, arco de cabeza, distancia entre la cabeza y las aletas, número de aletas, coloración, peso, entre otras).	La información adicional a la que se refieren en la no conformidad se tiene en cuenta para un estudio taxonómico. En SIAMA LTDA se realizan estudios cualitativos, por lo tanto solo se agregó al procedimiento la toma de datos como el peso, longitud estándar, longitud total, longitud de cabeza y color.
	<b>OTRAS MODIFICACIONES</b>	
	Se agregó la descripción del procedimiento para la captura de especies cuando sea posible, por lo general se recomienda recurrir a la ayuda de personas dedicadas al arte de pesca en los lugares de muestreo, pero en caso de que el personal de muestreo pueda realizar la captura se utilizara redes de mano.	

**Fuente:** Autor

Todo el procedimiento que se debe seguir para este grupo hidrobiológico se presenta en la siguiente figura. Allí se señala en rojo los pasos que fueron agregados para la toma de la muestra.

Figura 6. Procedimiento para necton



Fuente: Autor

### 3.5 MACRÓFITAS

Para el caso de las macrófitas (plantas acuáticas visibles a simple vista) no se realizó ninguna no conformidad en su procedimiento. En el manual de SIAMA LTDA se describe el procedimiento a efectuar en caso de que existan macrófitas en el lugar de muestreo, donde se debe realizar una identificación de las especies in situ o recoger la especie y transportarla al laboratorio para allí ser identificadas; en el procedimiento se detalla la forma en la que se toma la planta y los instrumentos que se deben utilizar para su captura, además se debe identificar la cobertura de cada especie en el área de muestreo de acuerdo a una clasificación de “Escala de coberturas”.

Los cambios que se realizaron al procedimiento se describen en el cuadro siguiente.

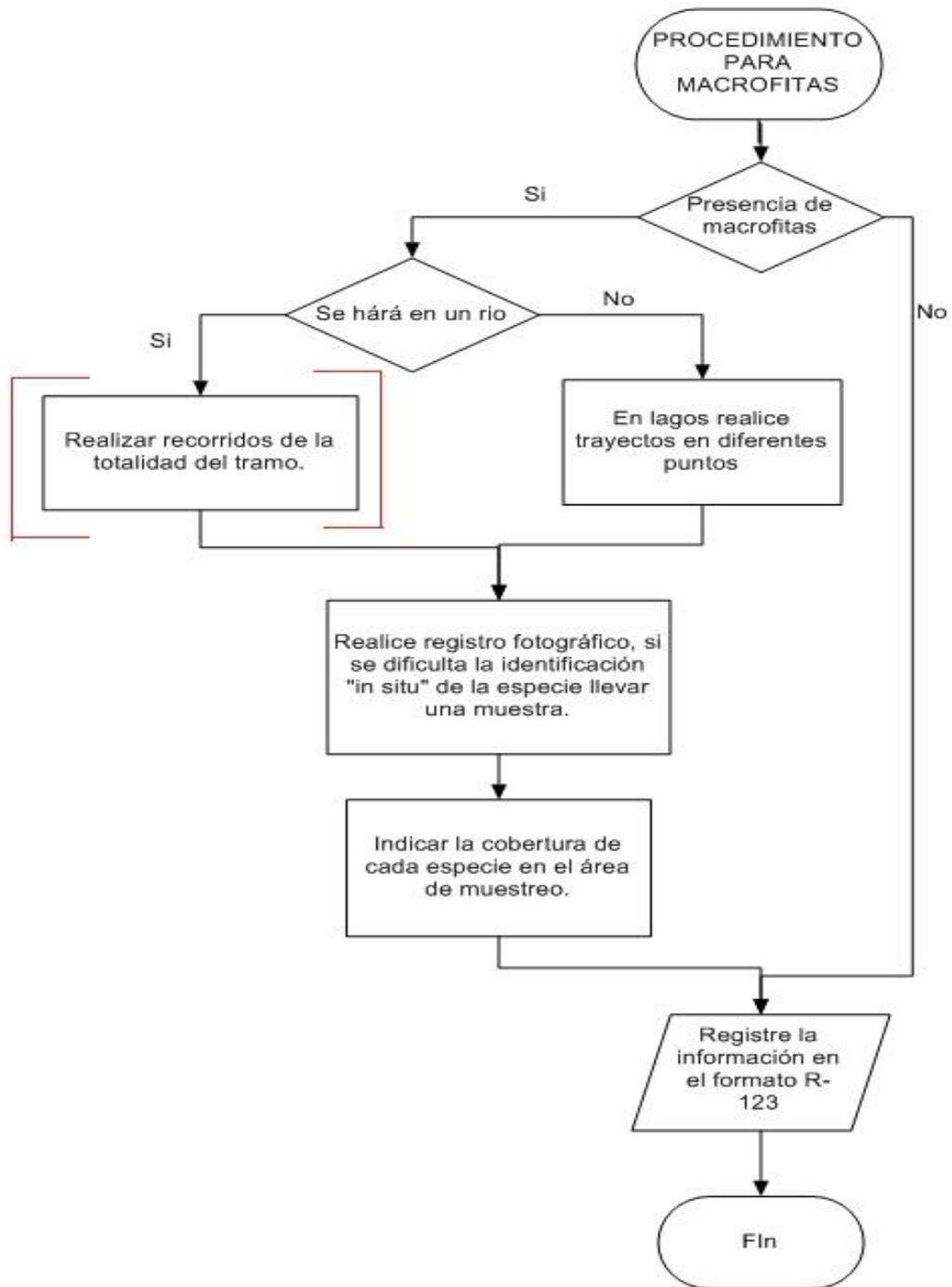
**Cuadro 7.** Cambios en el procedimiento para Macrófitas.

<b>TIPO</b>	<b>OTRAS MODIFICACIONES</b>
TÉCNICO	Se agregó el proceso de toma de muestra para ríos, allí solo se especificaba para lagos.

**Fuente:** Autor

El procedimiento para macrófitas es el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 7. Procedimiento para macrófitas



Fuente: Autor

### 3.6 PLAN DE MUESTREO

Para el desarrollo del muestreo se debe contar con documentos como el plan de muestreo donde se especifique el procedimiento que se debe seguir, se registre el nombre de la persona quien realiza el monitoreo y las condiciones ambientales, además se debe plasmar diagramas u otras herramientas que permitan identificar el lugar de muestreo. SIAMA LTDA cuenta con el documento “R- 074 PLAN DE MUESTREO Y CADENA DE CUSTODIA” donde se puntualiza el objetivo del monitoreo y la descripción básica del mismo, como dirección del lugar, fecha, hora, tiempo de duración, la identificación de cada muestra y sus respectivos parámetros a analizar. Una no conformidad hacía referencia a que no se contaba con un plan de muestreo, para esto el documento fue modificado en el mes de septiembre del 2013, agregando las variables hidrobiológicas junto con las fisicoquímicas y microbiológicas. En esta oportunidad no fue necesario realizar ningún cambio al formato, debido a que ya se habían realizados los cambios requeridos de acuerdo a lo exigido en la NTC ISO/IEC 17025 en cuanto a requisitos técnicos para la realización de muestreos, donde es indispensable tener documentado el plan y los procedimientos.

### 3.7 CONDICIONES AMBIENTALES

En el documento “R-123 DATOS DE CAMPO MUESTREO HIDROBIOLÓGICO” se debe describir las condiciones ambientales del lugar y los parámetros fisicoquímicos que se requieren para monitoreos hidrobiológicos, o cualquier otra información que fuese relevante del muestreo. En la siguiente tabla se muestra el cambio que se realizó en el documento P(0-13), en el cual se consigna todas aquellas condiciones ambientales que pudiesen interferir en el muestreo y las cuales pudiesen llevar al personal de monitoreos a tomar una determinación a la hora de la realización del procedimiento.

**Cuadro 8.** Cambios en las condiciones ambientales.

TIPO	NO CONFORMIDAD	MODIFICACIÓN
	El procedimiento “Toma de Muestras”, P-013, Versión 0.5,	En el procedimiento de toma de muestras hidrobiológicas se agregó la información de las condiciones ambientales estipuladas en el procedimiento de toma de muestras fisicoquímicas para realizar o detener el monitoreo. Se especificó que en caso de presentarse eventos de lluvia, cambios

TIPO	NO CONFORMIDAD	MODIFICACIÓN
PROCEDIMEN TAL	03/07/12 no establece las condiciones ambientales bajo las cuales se procede a realizar o detener el muestreo hidrobiológico	significativos del caudal, cambios en la apariencia del agua, ausencia de flujo u otro factor que pueda alterar las condiciones de la muestra durante la toma de la misma, se debe registrar en el formato R-085 “observaciones de muestreo” y se informa al solicitante u autoridad ambiental, quienes decidirán si se procede con la toma de muestra o si se detienen las actividades.

**Fuente:** Autor

Además de tener especificado bajo qué condiciones podría alterar la realización de un muestreo, se requiere llevar un control en campo en cuanto a las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla el monitoreo hidrobiológico, para lo cual se utilizan instrumentos que permiten medir las temperatura del agua y del ambiente, también el pH del cauce y su conductividad. Estos equipos requieren de un control, los cuales se realizan al momento de salir del laboratorio donde se hace una calibración por medio de soluciones patrón y se comprueba la debida calibración con la solución estándar, igualmente estas soluciones patrón y el estándar son llevados a campo para asegurar la calibración de los equipos; todas estas calibraciones se registran en formatos que son controlados por la empresa como parte documental del sistema de calidad. En cuanto a los termómetros de campo se les realiza las correcciones de temperatura a partir de un termómetro patrón. Para la medición del oxígeno disuelto en campo se tiene en cuenta el pH de la muestra el cual debe indicar que se ha realizado una preservación, también se tiene que llevar estandarizada la solución con la cual se realiza la titulación en campo. El laboratorio debe asegurar que las condiciones ambientales dentro y fuera de este no intervengan en los resultados obtenidos, es por esto que se registran y controlan las condiciones del lugar de muestreo, al igual que los equipos utilizados para tal fin, que requieran calibración, esto se adapta a la NTC ISO/IEC 17025 lo cual se especifica como un requerimiento técnico para el desarrollo de las actividades del laboratorio y de muestreo.

La aprobación y emisión del documento (P-013) se dio el día 22 de abril de 2014 después de haber sido revisado por el personal de sistemas de gestión integral de SIAMA LTDA. Este documento cuenta con el procedimiento de muestreo donde se describe la selección y extracción de muestras representativas de los grupos hidrobiológicos descritos anteriormente, corrigiendo las no conformidades expuestas al principio y mejorando algunas otras especificaciones del procedimiento. Al ser aprobada la actualización del documento, se pudo hacer uso del mismo por el personal autorizado, llevando un control de los documentos del laboratorio como parte del manejo de requisitos relativos a la gestión que se realiza en la empresa.

#### 4 ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO R-123 “DATOS DE CAMPO MUESTREO HIDROBIOLÓGICO”

El documento “R-123 Datos De Campo Muestreo Hidrobiológico” es el formato en el que se registra toda la información recopilada en campo durante el monitoreo hidrobiológico, allí se indica una serie de posibles características que describen el punto de muestreo como condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas, además cuenta con espacios para realizar la descripción de las observaciones en campo para cada una de los grupos hidrobiológicos. La información que se requiere como posicionamiento satelital, la hora y fecha del monitoreo y el lugar y el tipo de corriente también deben ser llenado en el formato.

**Cuadro 9.** Cambios en el formato R-123

ESPACIO EN EL FORMATO	MODIFICACIÓN
Características Hidromorfológicas	Se incluyó la opción "bosque de galerías" en la sección de Usos en la llanura aluvial a cada lado del curso
Necton	Se incluyó una tabla para hacer la anotación de la información que se debe tomar de los peces (peso, longitud estándar, longitud total, longitud de cabeza y color)
	Esquema donde se indica como tomar las medidas biométricas
	Se agregó un espacio de descripción de peces
	Descripción de otras especies para registrar información importante de cualquier especie de necton diferente a peces que sea capturada
Descripción punto de muestreo	Se inhibió las casillas para “corriente o lago”, “localidad” y “Estación No”

**Fuente:** Autor

El formato actualizado se puede ver en el ANEXO 1. FORMATO DE CAMPO R-123.

La actualización de este formato (R-123) se complementa con la actualización del documento P(0-13) al incluir la información de campo que se requiere recolectar durante la ejecución del procedimiento. Este requerimiento técnico para la realización de muestreos como se indica en la NTC ISO/IEC 17025, recopila los datos y gráficos que deben ser tomados en el sitio de muestreo para la

identificación de las características del lugar y de los mismos grupos hidrobiológicos que han sido objetivo del monitoreo, además de tener un registro de las condiciones ambientales del punto de muestreo y de información relevante del procedimiento.

## 5 INSTRUCCIONES AL PERSONAL DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO

### 5.1 INSTRUCCIÓN TEÓRICA

La empresa SIAMA LTDA cuenta con aproximadamente seis o siete personas que hacen parte del personal de apoyo en monitoreos hidrobiológicos, quienes asistieron a una instrucción teórica dirigida por William Bernal Biólogo - Esp Ingeniería Ambiental.

Los temas que se trabajaron en la instrucción fueron los siguientes.

**Cuadro 10.** Temas de instrucción

LIBRO	TEMA
Glosario conceptos generales	
Manual de campo para el muestreo de bentos	Equipos de muestreo
Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva del marco del agua. protocolo de muestreo y análisis ictiofauna	Valor indicador de los peces.
	Selección de la estación de muestreo y del área de captura.
	Procedimiento de Muestreo con redes y otras artes de pesca.
	Hoja de campo para pesca con redes.
Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva del marco del agua en la confederación hidrográfica del Ebro	Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton
	Protocolos de muestreo y análisis para fitobentos
	Protocolos de muestreo y análisis para macrofitos
	Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos
	Protocolos de muestreo y análisis para ictiofauna
Nuestros ríos. manual para el guía de pesca	Biometría o medidas del Pez.

**Fuente:** Autor

La instrucción se concentró en el entendimiento de conceptos importantes para determinar las condiciones del lugar y otra información que se requiere en el

formato “R-123 Datos De Campo Muestreo Hidrobiológico”, además se trabajó sobre las no conformidades que se establecieron acerca del procedimiento de perifiton y macroinvertebrados bénticos, las cuales son las siguientes, i) durante el muestreo de perifiton se tomaron las muestras debajo del agua, contribuyendo a la pérdida de muestra a medida que ascendía el cepillo por la columna de agua, ii) durante el muestreo de macroinvertebrados bénticos se fijó el marco de la red surber al sustrato, sin embargo, éste no fue removido de tal manera que se garantice que los organismos como larvas de quironómidos y gusanos pequeños pasen a la red, y iii) durante el muestreo de macroinvertebrados bénticos, después de pasar el contenido de la red al recipiente de almacenamiento, se enjuagó el residuo contenido en la red, en la corriente de agua, sin tener en cuenta las potenciales pérdidas de muestra; para hacer la corrección a las observaciones realizadas, se describió y aclaró la forma adecuada de utilizar la red surber para muestreo hidrobiológico y la toma de muestra de perifiton, al igual en la instrucción práctica se logró entender más fácilmente el procedimiento a seguir.

Se dio una breve explicación de las técnicas de muestreo hidrobiológico, para perifiton, plancton, macroinvertebrados bénticos, macrófitas y necton, los cuales se basaron en los protocolos establecidos en la bibliografía sobre la que se trabajó para la actualización del documento P-013 “Muestreo Hidrobiológico”. La instrucción teórica se realizó con el fin de tener conocimientos previos a la instrucción práctica.

Después de la instrucción teórica y práctica se realizó una evaluación (Imagen 1. Evaluación de) con el fin de determinar si el personal captó los temas que se expusieron.

El personal de monitoreo asistió a la actividad y esta soportada en el ANEXO 2. CONTROL DE ASISTENCIA A LA INSTRUCCIÓN TEÓRICA “TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS”.

## **5.2 INSTRUCCIÓN PRÁCTICA**

La actividad práctica fue realizada en una finca localizada en la vía a Curos, en la cual se aplicaron los conceptos adquiridos durante la instrucción teórica. El fin de la práctica era proceder a hacer un muestreo hidrobiológico para ir aclarando las dudas que tuviese el personal y explicar la forma en la que se debe utilizar los instrumentos de muestreo.

**Cuadro 11.** Descripción de la instrucción práctica

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Selección del tramo	El tramo debe medir entre 10 y 100 m
Anotación formato R123	Se anotó toda la información acerca del lugar de muestreo aplicando conceptos explicados en la capacitación teórica, al igual se dio la definición de varias palabras contenidas en el formato que describen las posibles condiciones del lugar
Muestreo de plancton	Se indicó el proceso de toma de muestra de plancton, esta se recogió de la superficie del río con un balde a una profundidad entre 25 a 35 cm y se procedió a filtrar por medio de la red no sin antes haberse calculado la cantidad de agua filtrada, esto se realizó 3 veces. La muestra fue puesta en el recipiente adecuado para contenerla y se preservó con solución transeau.
Muestreo macroinvertebrados bénticos	Se usó la red surber, esta se colocó sobre el fondo del río y con la mano se procedió a remover el sustrato que queda dentro del marco de la red a unos 5 cm de profundidad, esto se hizo 3 veces más escogiendo al azar el lugar. Se tomó muestra al revisarse las piedras de los fondos y tomando las especies adheridas al sustrato. La muestra fue trasladada al recipiente contenedor y preservada
	Se usó la draga ekman; esta práctica se hizo en un estanque que contiene un fondo arenoso, donde la draga fue lanzada hacia el fondo y por medio de un mensajero esta se cerró y se pudo atrapar una fracción del sustrato, luego se guardó la muestra y se preservó con solución transeau.
Muestreo perifiton	Se indicó la selección de piedras como sustrato debido a las características del lugar, además se enseñó la forma correcta de tomar la muestra la cual se debe hacer en una parte de la piedra que se encuentre entre sumergida y sobresaliendo de la superficie, haciendo un raspado de la superficie. Después el cepillo debió ser introducido dentro del recipiente el cual contenía agua del mismo río. El área total muestreada es de aproximadamente 100 cm <sup>2</sup> , para obtener una muestra representativa del lugar. Luego se realizó la preservación de la muestra con solución transeau.

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Muestreo de macrófitas	Aunque no se evidencio la presencia de macrófitas, si se explico la forma en la que se debe proceder para desarrollar la técnica como se indica en los protocolos, realizando trayectos de orilla a orilla a zona profunda para el caso de lagos y para los ríos recorriendo el rio de orilla a orilla en zigzag, tomando de esta forma las especies de macrófitas presentes en el lugar
Muestreo de necton	No hubo presencia de necton, aunque en estos casos se recurre a información secundaria, se procedió a indicar la forma en la que se deben utilizar las redes de mano para la toma de muestra y se aclaró que las medidas biométricas solo se realizan a peces, para los demás tipos de especies solo se debe hacer un registro fotográfico y cuando sea necesario apuntar la descripción de la especie en el formato de campo R-123 "Datos De Campo Muestreo Hidrobiológico"

**Fuente:** Autor

La actividad estuvo a cargo de William Bernal Biólogo- Esp Ingeniería ambiental, quien resolvió todas las inquietudes del personal y dirigió el monitoreo.

La asistencia a la instrucción esta soportada en el ANEXO 3. CONTROL DE ASISTENCIA A LA INSTRUCCIÓN PRÁCTICA DE "TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS".

### **5.3 EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO**

Después de la instrucción teórica y práctica, se aplicó una evaluación al personal de monitoreo. En la siguiente imagen se muestra el formato de evaluación el cual contenía cinco preguntas para determinar si el personal retuvo los conceptos y explicaciones dadas durante la realización de estas. Se plantearon preguntas que fueron explicadas en las actividades.

La evaluación la desarrollaron en grupos de dos personas y fue calificada por el profesional que dicto las instrucciones; los resultados de la evaluación (ANEXO 8 . EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO) indicaron que el personal atendió y proceso de forma correcta la información suministrada, al contestar correctamente las preguntas formuladas.

## Imagen 1. Evaluación de instrucción

Nombre:

Durante el muestreo de necton es importante tomar la longitud estándar del pez.

¿Por qué?

¿A qué profundidad se debe tomar la muestra de plancton y porque?

¿Qué zonas son recomendadas para tomar la muestra de perifiton?

¿Para el muestreo de macroinvertebrados bénticos en zonas profundas como lagos que instrumento se utiliza para tomar la muestra?

¿Para qué tipo de muestreo se utilizan las botellas de van dom?

**Fuente:** Autor

## **6 PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO ACTUALIZADO (P-013) “MUESTREO HIDROBIOLÓGICO”**

El documento actualizado (P-013) fue emitido el día 22 de abril de 2014, allí quedó estipulado el procedimiento a seguir para la toma de muestras hidrobiológicas para lo cual se hizo una presentación del documento a todo el personal involucrado en muestreos con el fin de dar una introducción de la metodología a seguir para la realización de muestreo hidrobiológico.

El orden de la presentación (ANEXO 9. PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO P (0-13)) fue la siguiente:

- I. Conceptualización de muestreo hidrobiológico
- II. Procedimiento general del monitoreo
- III. Procedimiento y conceptos para Plancton
- IV. Procedimiento y conceptos para Perifiton
- V. Procedimiento y conceptos para Macroinvertebrados Bénticos
- VI. Procedimiento y conceptos para Macrófitas
- VII. Procedimientos y conceptos para Necton

Se recurrió a la utilización de medios audiovisuales para realizar la presentación del documento, además se resolvieron algunas dudas e inquietudes del personal.

El personal citado para la presentación fueron ocho personas de las cuales asistieron siete (ANEXO 4. CONTROL DE ASISTENCIA A "PRESENTACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO (P-013)").

## **7 PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO POR LOS MUESTREADORES.**

Esta es una propuesta de evaluación que se plantea con el fin de dar una valoración cuantitativa y cualitativa del desenvolvimiento del personal en la aplicación paso a paso de las técnicas de muestreo hidrobiológico consignadas en el documento P(0-13) actualizado. La propuesta se aplicó durante la simulación de un muestreo hidrobiológico llevado a cabo en la finca Villa Claudia en la vía a Curos. Este muestreo tuvo como único fin la aplicación de las técnicas de toma de muestras de macroinvertebrados bénticos, perifiton, macrofitas, necton y plancton.

A continuación se dará una descripción de la realización del muestreo, detallando los pasos que siguieron los muestreadores, quienes trabajaron en grupo por lo cual la evaluación fue en general. Después se detalla los aspectos que se tuvieron en cuenta para aplicar la propuesta de evaluación y la forma de calificación utilizada, y por último se muestra un análisis de los resultados obtenidos.

### **7.1 SIMULACIÓN DEL MONITOREO**

El día 26 de abril, se llevó a cabo el muestreo a la quebrada identificada como N.N en la finca Villa Claudia, a continuación se describe la realización del mismo.

**Cuadro 12.** Descripción de la aplicación de las técnicas de muestreo.

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REGISTROS</b>
Selección del tramo y diligenciamiento del formato de campo "R-123".	Se describió el lugar de muestreo en el formato, indicando tener una velocidad de corriente lenta y un tipo de cauce recto, una exposición sombreado con ventanas y sustratos como rocas, arena fina y cantos rodados. Se anotó estar nublado durante el monitoreo y presencia de prados de hierba.	ANEXO 6. FORMATO DE CAMPO R-123 DE LA SIMULACIÓN DEL MONITOREO DEL 26 DE ABRIL DE 2014

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REGISTROS
	Variables fisicoquímicas de pH (7,31), temperatura ambiente (20,5°C), temperatura de la muestra (19,9°C), conductividad (82,2µS/cm), y oxígeno disuelto (8,2 mg/l).	Ver ANEXO 6. FORMATO DE CAMPO R-123 DE LA SIMULACIÓN DEL MONITOREO DEL 26 DE ABRIL DE 2014
Muestras de Plancton	Se utilizó un balde que se pasó por la superficie de la columna de agua a aproximadamente unos 25 a 30 cm de profundidad, esta toma de muestra se realizó 3 veces en diferentes lugares del tramo.	
	Se determinó la cantidad de muestra tomada y esta fue filtrada con una red de 100 µm de luz de poro y se preservó con solución transeau. Se hicieron anotaciones de campo en el formato "R-123", allí se registró la cantidad de agua tomada en la recogida de muestra	
Muestra de perifiton	Selección del sustrato más representativo del lugar. Se utilizó un cuadrante como guía del área de raspado aproximadamente de 100 cm <sup>2</sup> .	
	Adición de las muestras en el recipiente que contenía agua del río, allí se agitó el cepillo suavemente para que la muestra quedara en el recipiente. El recipiente era plástico y el color evitaba que la luz del sol tuviese incidencia sobre la muestra. Luego se preservó con solución transeau	

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	REGISTROS
Muestra de macroinvertebrados béticos	Se usó la red surber, esta se colocó en el fondo del cauce a contra corriente. Se hicieron 3 marcos de muestreo (en el procedimiento sugiere de 2 a 6 marcos) tomando el primero aguas abajo y los otros 2 a medida que se iba ascendiendo por el río	
	El contenido de la red fue trasladado a un balde, además adicionaron macroinvertebrados que se encontraban en debajo de las piedras. Toda la muestra fue introducida en un recipiente de boca ancha y procedió a preservar la muestra con solución transeau.	
Muestra de macrófitas	Registro en el formato de campo R-123 las observaciones para macrófitas, indicando no evidenciar la presencia de plantas acuáticas	Ver ANEXO 6. FORMATO DE CAMPO R-123 DE LA SIMULACIÓN DEL MONITOREO DEL 26 DE ABRIL DE 2014
Muestra de necton	Registro en el formato de campo R-123 indicando no evidenciar la presencia de especies representativas del necton, pero recurrieron a la recolección de información secundaria en la cual dijeron saber de la presencia de sardinas aguas arriba del punto de monitoreo.	Ver ANEXO 6. FORMATO DE CAMPO R-123 DE LA SIMULACIÓN DEL MONITOREO DEL 26 DE ABRIL DE 2014

**Fuente:** Autor

## 7.2 CRITERIOS DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Para la propuesta se tuvo en cuenta ciertos aspectos relevantes para la realización de un muestreo hidrobiológico basándose en lo consignado en el documento P(0-13), los cuales son presentados a continuación.

Los aspectos que se escogieron fueron los siguientes.

## I. Preparación del monitoreo.

Para la preparación del monitoreo se debe contar con un plan y procedimientos de muestreo. Dentro de este aspecto se puede inferir la adecuada preparación de materiales, reactivos y formatos de campo necesarios para la ejecución del procedimiento. Estos formatos cuentan como un requerimiento técnico para el desarrollo del muestreo según la NTC ISO/IEC 17025. Para calificar este aspecto se consideraron los siguientes ítems.

- Material para el monitoreo:

Se tuvo en cuenta sí el material para la realización del monitoreo fue el adecuado y el que se requería para el monitoreo de acuerdo a la lista de chequeo.

- Reactivos para la preservación:

Los reactivos son importantes para realizar la preservación de los organismos y permitir la observación y análisis de estos en el laboratorio, por este motivo es fundamental llevar los reactivos indicados en el procedimiento, esto también se comprueba por medio de la lista de chequeo.

- Formatos de campo

En el formato de campo se realiza la anotación de todas las observaciones que se realicen durante el monitoreo y que ayudaran para el posterior análisis de las variables. Se evaluó si los formatos fueron llevados al monitoreo. Aquí también se apreció si se contaba con el plan de muestreo y este al igual que los ítems anteriores se verifican en la lista de chequeo.

## II. Aplicación del procedimiento para plancton

Los ítems para este aspecto son los siguientes.

- Selección del lugar para la toma de muestra

Para plancton se evaluó la selección del lugar, debido a que en el procedimiento se sugiere que la toma de muestras se efectúe en los lugares donde se realizó la toma de muestras fisicoquímicas.

- Toma de la muestra

La forma en cómo se efectúa la toma de muestras es importante para obtener una muestra representativa del lugar de muestreo. Este ítem

evalúa la profundidad a la que se toma la muestra y el número de muestras que se toman.

- Filtración

Las muestras deben filtrarse para obtener la fracción de muestra que se desea analizar, pero esta debe hacerse con la red correcta que tenga como tamaño de luz de poro de 100 µm.

- Preservación

La preservación se debe realizar según lo que se desee analizar, por este motivo este ítem pretende evaluar si se realiza de la manera en que se estipula en el procedimiento.

### III. Aplicación del procedimiento para perifiton

El aspecto “aplicación del procedimiento para perifiton” cuenta con los siguientes ítems que permiten realizar una estimación de la adecuada aplicación de la técnica de perifiton.

- Selección del lugar para la toma de muestra

El lugar debe seleccionarse según lo descrito en el procedimiento (P-013), allí se sugiere un lugar donde puedan encontrarse los sustratos adecuados para la toma de muestras. Este ítem pretende evaluar la selección acertada del lugar.

- Selección del sustrato

El sustrato debe ser representativo del punto de muestreo, por esta razón es importante dar una valoración cualitativa a la selección que realice el personal de monitoreo.

- Toma de la muestra

En este ítem se evalúa la forma en cómo se toma la muestra, con el fin de poder definir el momento o las acciones que conllevan a la pérdida de muestra de perifiton.

- Preservación

Al igual que todas las variables la preservación es elemental para realizar el análisis de la muestra. En esto se determina si la preservación se realiza de acuerdo a lo estipulado en el documento (P-013)

#### IV. Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos.

Los siguientes son los ítems a considerar para este aspecto.

- Selección del lugar para la toma de muestra

Para este ítem se evalúa la selección de lugares donde se encuentre más fácilmente este grupo hidrobiológico como las orillas de los ríos.

- Manipulación de la red o la draga

Evaluar el uso adecuado de estos instrumentos es importante ya que influyen en la toma de muestra, en este aditamento se tuvo en cuenta para el caso de la red, la dirección a la que fue colocada y para la draga la forma en cómo se adecua para realizar la toma de la muestra.

- Toma de la muestra

Se evaluó el procedimiento para la toma de muestra según lo descrito en el documento (P-013), debía ser observado la forma de remoción del sustrato y la profundidad a la que se realizó.

- Composición de la muestra

La composición de la muestra se evaluó de acuerdo a el número de submuestras que se tomaron y la adición de muestra al revisarse el sustrato presente en el lugar como lo sugiere el procedimiento.

- Preservación

Se tuvo en cuenta que el reactivo utilizado para la preservación fuese el indicado en el procedimiento para este tipo de muestras (solución transeau)

#### V. Aplicación del procedimiento para macrófitas

- Selección del lugar para la toma de muestra

Para este ítem se evaluó el lugar seleccionado donde hubiese presencia de macrófitas, como se señala el procedimiento (P-013)

- Toma e identificación de la muestra

En el procedimiento estipulado en el documento (P-013) se indica la forma en la cual se debe tomar la muestra haciendo un trayecto del río o el lago; para este punto fue lo que se tuvo en cuenta para la evaluación además de la identificación de la planta.

- Abundancia determinada por la escala de coberturas

Para este tipo de monitoreo se debe especificar la abundancia de la especie de acuerdo a una tabla establecida en el documento (P-013) “escala de cobertura”, a partir de la cual se evaluó su uso.

#### VI. Aplicación del procedimiento para necton

- Personal apto para la toma de muestra

En este punto se realizó la evaluación de la selección del personal para realizar la toma de muestra, si era necesario subcontratar o se podía realizar por el personal de la empresa.

- Toma de la muestra

Para este ítem se tuvo en cuenta los pasos que se siguieron para realizar la captura de las especies de acuerdo a lo establecido en el documento (P-013).

- Toma de las medidas biométricas

Se evaluó que se registrara todas las medidas e información tomada de los peces de acuerdo a lo descrito en el documento P(0-13).

- Toma de registro fotográfico de especies

Se debe tomar registro fotográfico de todas las especies de necton halladas, esto fue relevante para hacer la evaluación de este punto.

#### VII. Registro de datos en campo

Según lo estipulado en la norma 17025 se debe tener procedimientos para registrar los datos y las operaciones relacionados con el muestreo. Estos registros deben incluir las condiciones ambientales (si corresponde) y los diagramas u otros medios equivalentes para identificar el lugar del muestreo según sea necesario. Con este ítem se podrá determinar el cumplimiento de la norma en la ejecución del procedimiento de monitoreo en cuanto el registro de datos importantes del monitoreo, al igual que el registrar las condiciones ambientales.

- Toma de datos fisicoquímicos

En este agregado se evaluó que se efectuara la toma de datos fisicoquímicos como pH, conductividad, temperatura ambiente y del agua y el oxígeno disuelto.

- Observaciones de campo

Durante el monitoreo debió hacerse el registro de observaciones que se pudiesen tener al momento de la toma de muestras.

- Toma de datos hidromorfológicos

Se apreció que la toma de datos hidromorfológicos se realizara acorde a las características del lugar de muestreo, que fuesen acertadas.

- Registro fotográfico

En lo posible se tomara evidencia de todo el procedimiento.

La propuesta de evaluación se realizó teniendo en cuenta una escala de calificación de Excelente (E), Bueno (B), Regular (R), Malo (M), para los cuales les fue asignado un valor como se muestra a continuación.

**Cuadro 13.** Cuadro de calificación

<b>CALIFICACIÓN</b>			
(E)	Excelente	5	Puntos
(B)	Bueno	4	Puntos
(R)	Regular	3	Puntos
(M)	Malo	2	Puntos

**Fuente:** Autor

Esta propuesta tiene inicialmente una puntuación máxima de 140 puntos y se tiene en cuenta cada uno de los ítems descritos anteriormente. Para dar una valoración de la aplicación del procedimiento por parte del personal en cada uno de los aspectos estipulados en la evaluación, se calculará el porcentaje de cumplimiento el cual se halla teniendo en cuenta la puntuación obtenida en cada uno de los aspectos sobre la puntuación máxima que se podría obtener para cada uno de ellos. Para una evaluación general de la práctica se halla el porcentaje de cumplimiento general obteniéndolo a partir del puntaje total logrado en la evaluación de todos los aspectos sobre los puntos totales que se podían obtener. En el siguiente cuadro se da una calificación cualitativa de acuerdo al porcentaje de cumplimiento obtenido.

**Cuadro 14.** Determinación de desempeño

<b>% DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>PRÁCTICA</b>
0-56	Deficiente
56-75	Regular

<b>% DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>PRÁCTICA</b>
75-95	Sobresaliente
96-100	Excelente

**Fuente:** Autor

Los formatos propuestos para la evaluación se pueden ver en el ANEXO 5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS HIDROBIOLÓGICAS

### **7.3 CALIFICACIÓN OBTENIDA DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN**

Al aplicar esta propuesta de evaluación se obtuvieron unos resultados (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.) de los cuales se pudo dar una estimación de si el personal de muestreo estaba cumpliendo con los pasos descritos en el documento P(0-13).

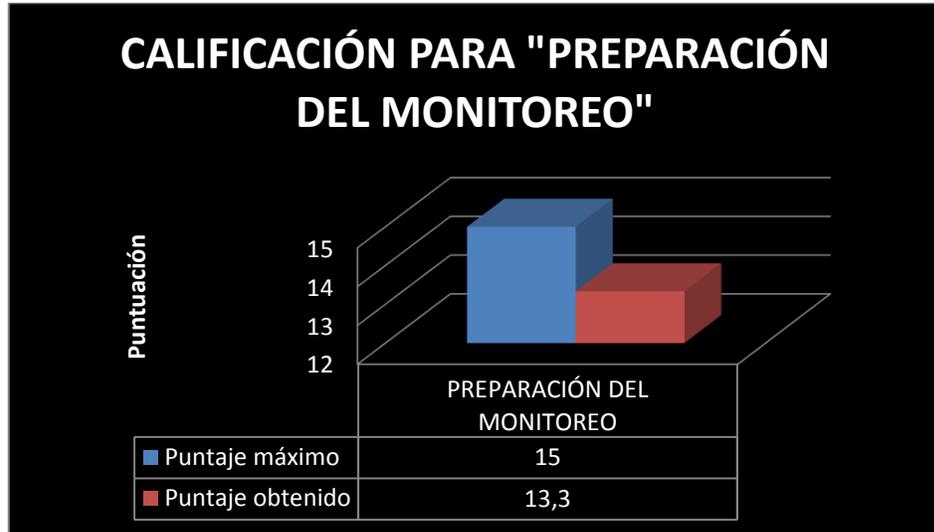
Inicialmente se había estipulado que la evaluación contaba con un total de 140 puntos posibles, pero debido a que durante la simulación del muestreo no fue posible evaluar los aspectos “Aplicación del procedimiento para macrófitas” y “Aplicación del procedimiento para necton”, se evaluó sobre 100 puntos que podrían sumar los demás aspectos.

William Bernal Biólogo - Esp Ingeniería Ambiental, el Químico Jhon Ardila quien ocupa el cargo de coordinador de muestreos en SIAMA LTDA y Aura León (Practicante de Ingeniería Ambiental), fueron los encargados de aplicar la propuesta de evaluación las cuales fueron promediadas y sus resultados se pueden ver en el ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.

A continuación se presenta una valoración cualitativa y cuantitativa de la aplicación de los procedimientos de muestreo hidrobiológico.

I. "Preparación del monitoreo"

**Gráfica 1.** Relación de puntuación para "Preparación del monitoreo"

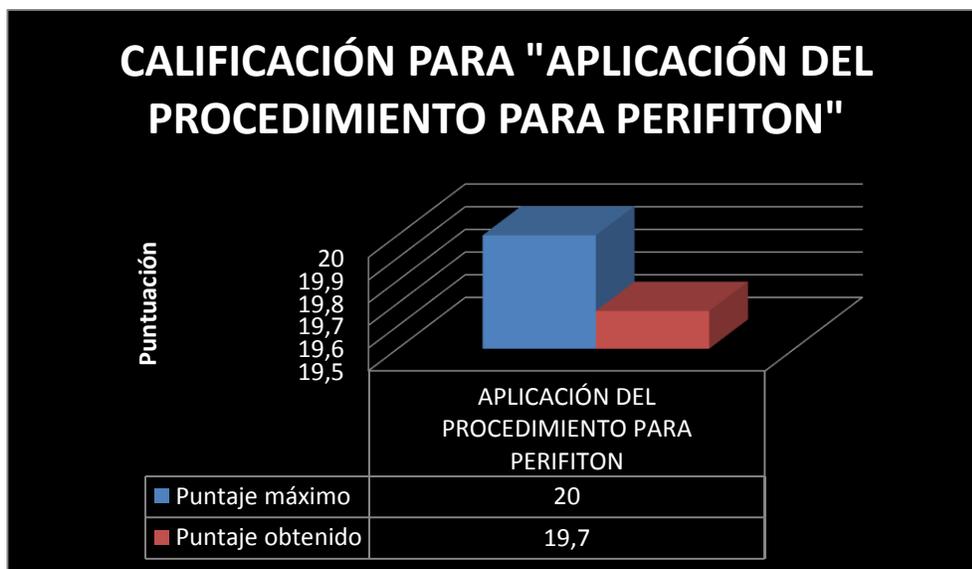


**Fuente:** Autor

Para este aspecto se obtuvo 13,3 puntos de los 15 posibles arrojando un 88,9 % como porcentaje de cumplimiento de los ítems que definen la buena preparación del monitoreo (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.) donde resulta importante trabajar más en la elaboración del plan de muestreo en el cual se define aspectos importantes de la realización del monitoreo y que determinan los recursos que se requieren para ejecutarlo.

## II. Resultados para el aspecto “Aplicación del procedimiento para perifiton”

**Gráfica 2:** Relación de puntuación para "Aplicación del procedimiento para perifiton"

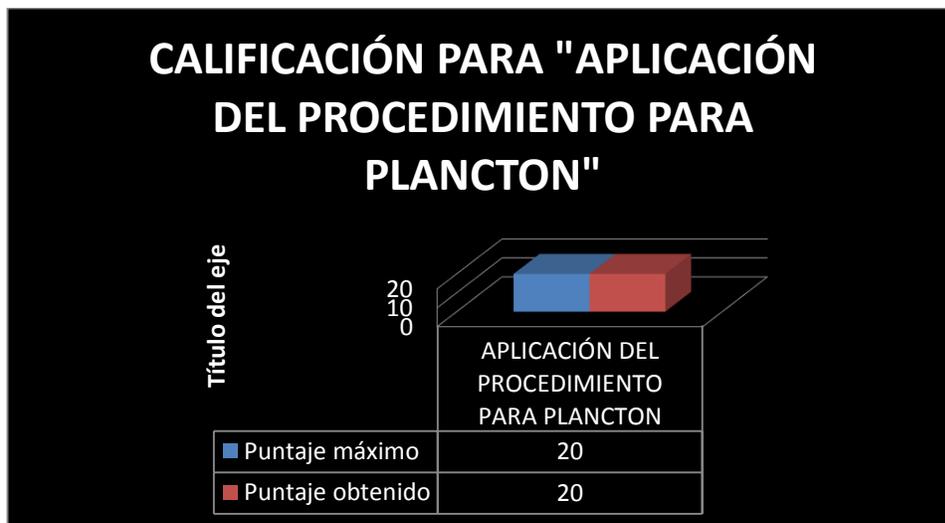


**Fuente:** Autor

Para la “Aplicación del procedimiento para perifiton” se logró obtener 19,7 puntos de los 20 puntos posibles como se observa en la Gráfica 2. Se alcanzó un 98,3 % de cumplimiento en la valoración de la práctica (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.), con lo cual se puede inferir que los muestreadores captaron la información que se les suministro durante la presentación del documento y durante las instrucciones teórica y práctica y pudieron aplicar la técnica de acuerdo a lo estipulado en el documento (P-013) “Muestreo Hidrobiológico” para el procedimiento de perifiton de forma correcta.

### III. Resultados para el aspecto "Aplicación del procedimiento para plancton"

**Gráfica 3:** Relación de puntuación para "Aplicación del procedimiento para plancton"

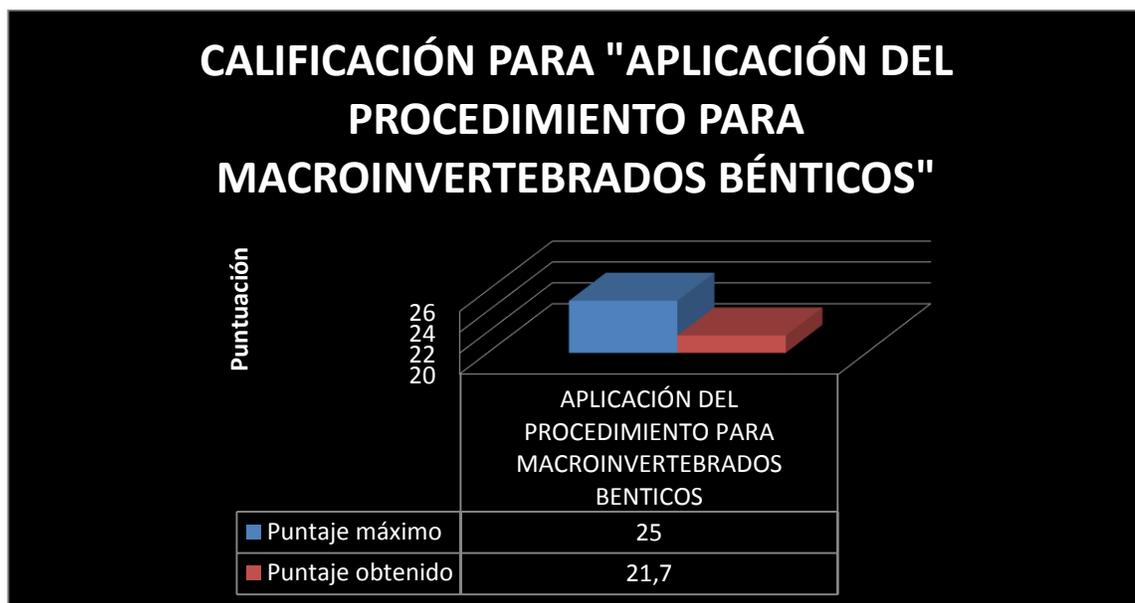


**Fuente:** Autor

En la gráfica anterior se observa que el puntaje obtenido en la valoración alcanza el puntaje máximo que se pueda lograr, lo que da un porcentaje de cumplimiento del 100% (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.) e indica que durante el muestreo, el personal desarrollo de forma correcta la técnica de toma de muestras para plancton, cumpliendo con cada uno de los pasos estipulados en el procedimiento (P-013) "Muestreo Hidrobiológico"

IV. Resultados para el aspecto "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos"

**Gráfica 4:** Relación de puntuación para "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos"



**Fuente:** Autor

Como lo ilustra la gráfica anterior se obtuvieron como calificación 21,7 puntos para el aspecto "aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos" de los 25 puntos que podía obtener; lo que da como resultado un 86,7% de cumplimiento en el procedimiento para la toma de muestra de bentos (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.) lo cual resulta ser una práctica sobresaliente pero con puntos a mejorar haciendo énfasis en la selección del lugar para la toma de muestra y en la composición de la misma.

V. Resultados para el aspecto "Aplicación del procedimiento para macrófitas"

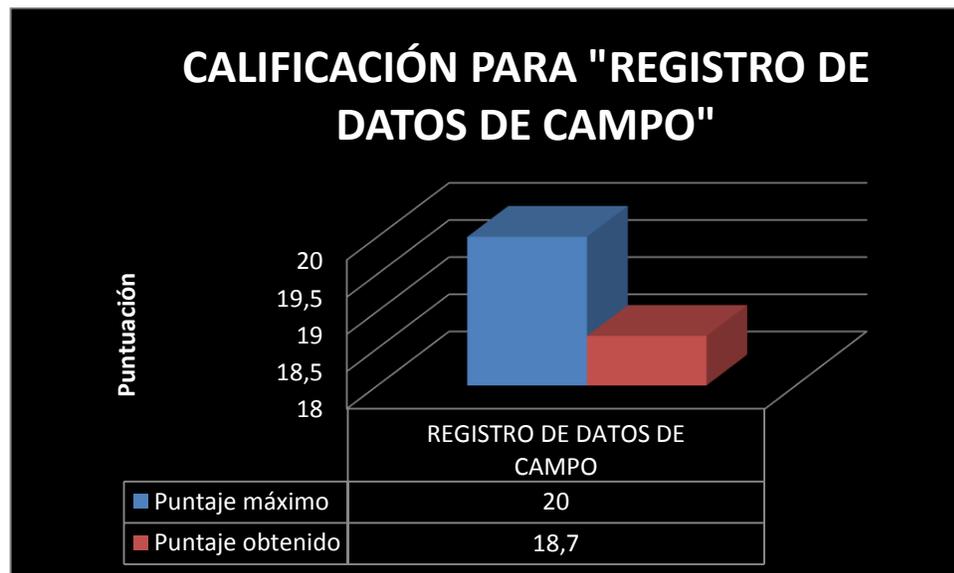
Para el aspecto “Aplicación del procedimiento para macrófitas” no se obtuvieron resultados cuantificables, por lo que se decidió no tener en cuenta este aspecto para la evaluación general (ver ANEXO 5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS HIDROBIOLÓGICAS)

VI. Resultados para el aspecto “Aplicación del procedimiento para necton”

En cuanto al necton tampoco se pudo observar organismos de este grupo por lo tanto no se pudo aplicar la valoración cuantitativa para el aspecto “Aplicación del procedimiento para necton”. La valoración de este aspecto no se tendrá en cuenta para evaluar la realización de la práctica en general por parte del personal durante el muestreo.

VII. Resultados para el aspecto “Registro de datos de campo”

**Gráfica 5:** Relación de puntuación para "Registro de datos de campo"



**Fuente:** Autor

En la gráfica se observa una relación entre los puntajes para el aspecto “Registro de datos de campo”, donde se obtiene en la evaluación 18,7 puntos de los 20 como puntaje máximo (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.). Dentro de esta evaluación el

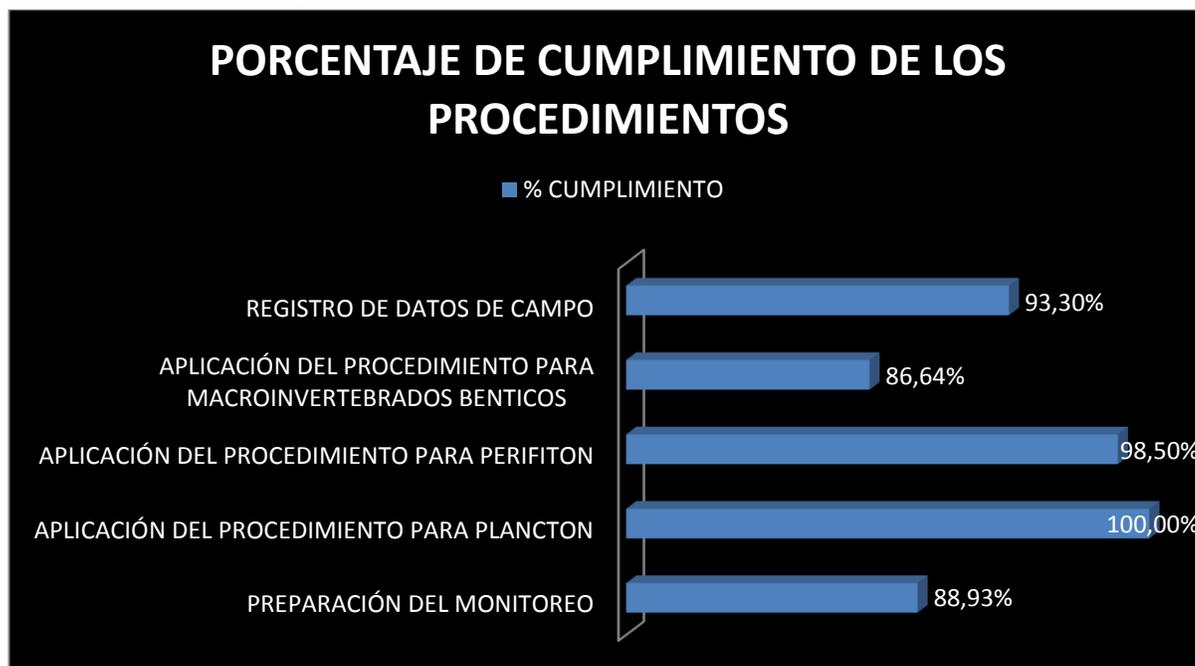
Ítem “observaciones de campo” no obtuvo el total de puntos que podía obtener lo que indica que al registrar la información de las observaciones existen inconsistencias al igual que para las “características hidromorfológicas del lugar de muestreo”. Este resultado indica que no se está haciendo un trabajo completo al no registrarse los datos y las operaciones relacionados con el muestreo como se especifica en la NTC-ISO/IEC 17025:2005 en el numeral 5.7 Muestreo y en el documento P(0-13).

#### VIII. Resultado general de la “Propuesta de evaluación de la práctica”

En la siguiente gráfica se presenta el porcentaje de cumplimiento individual que obtuvo cada aspecto. Este porcentaje de cumplimiento se calculó de la sumatoria de los puntos obtenidos en cada uno de los ítems que definen cada aspecto del muestreo sobre la puntuación máxima que podría obtener cada uno de ellos (ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.).

Para esta valoración no se incluyeron los aspectos “Aplicación del procedimiento para macrófitas” y “Aplicación del procedimiento para necton” debido a que no se pudo realizar una valoración de estas.

**Gráfica 6:** Porcentaje de cumplimiento de los procedimientos de toma de muestras hidrobiológicas



**Fuente:** Autor

Como se observa en la gráfica anterior se alcanzaron porcentajes de cumplimiento del 86% al 100% indicando que el personal de monitoreo fue sobresaliente en la práctica de muestreo y para algunos procedimientos excelente. En la aplicación del procedimiento para la toma de muestra de perifiton y para plancton se evidencia que el personal cuenta con un buen conocimiento y desenvolvimiento durante el monitoreo de estos grupos hidrobiológicos.

En cuanto al desempeño de los muestreadores en la toma de muestra de macroinvertebrados bénticos resulta sobresaliente, teniendo algunas fallas en el procedimiento, siendo la técnica que requiere mayor trabajo en el entendimiento y ejecución de la misma.

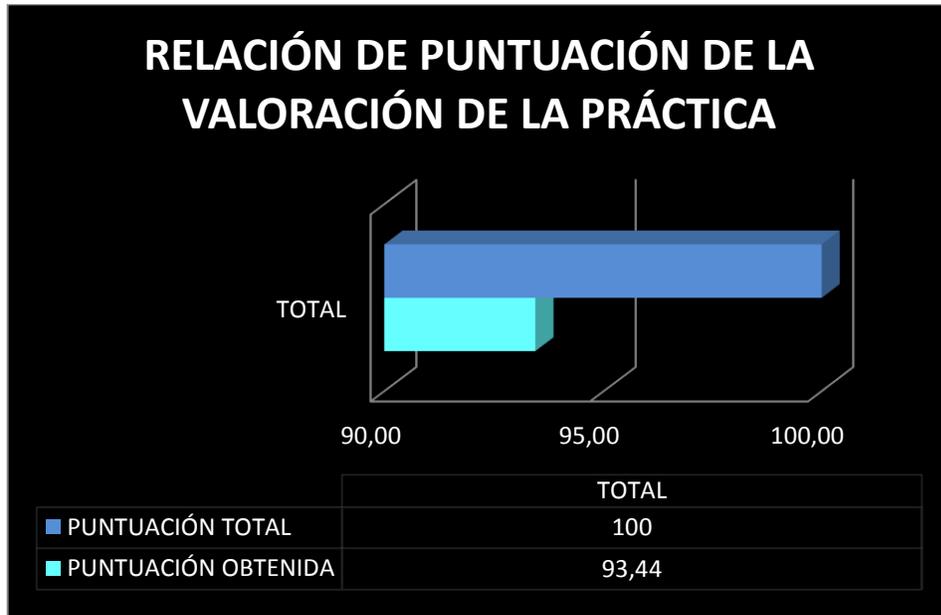
Se obtuvo un 88,93% de cumplimiento en la preparación del monitoreo esto demuestra haber sido un trabajo sobresaliente pero aún existen inconsistencias en cuanto a la preparación de los instrumentos utilizados para las toma de muestras, los recipientes contenedores del material recogido, entre otras cosas lo que indica que se debe trabajar en el plan de muestreo donde se indica la información importante para la ejecución del monitoreo.

El registro de datos de campo es uno de los aspectos importantes dentro del desarrollo del muestreo hidrobiológico, este obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 93,3%, indicando haber sido sobresaliente la información suministrada por el personal en la anotación de las observaciones de campo, en registro fotográfico tomado y en la toma de datos hidromorfológicos y fisicoquímicos; los cuales deben ser lo más cercanos posible a la realidad para el posterior análisis de los grupos hidrobiológicos, ya que las condiciones ambientales y del lugar de muestreo pueden ser relevantes en el estudio de estos organismos, además es un requisito técnico para el muestreo de acuerdo con la NTC-ISO/IEC 17025:2005 donde se debe llevar un seguimiento y control de las condiciones ambientales así como el registro de las mismas.”

El porcentaje de cumplimiento general de la ejecución de los procedimientos en conjunto para el desarrollo del muestreo hidrobiológico se presenta en el siguiente gráfico

Para obtener un porcentaje de cumplimiento general en la evaluación de la práctica propuesta se sumó el total de puntos obtenidos en todos los ítems sobre la puntuación máxima de 100 puntos debido a que los aspecto “Aplicación del procedimiento para macrófitas” y “Aplicación del procedimiento para necton” no se tuvieron en cuenta para evaluarlos a causa de que no se pudo monitorear ninguno de estos dos grupos hidrobiológicos.

**Gráfica 7:** Relación de puntuación de la valoración en general



**Fuente:** Autor

Se observa en la gráfica anterior que la puntuación total obtenida en la evaluación fue de 93,44 de los 100 puntos totales que equivalía la evaluación en general. Esto equivale al 93,44% de cumplimiento del procedimiento general de toma de muestra hidrobiológica, lo que indica que el personal realizó una práctica sobresaliente, teniendo algunos aspectos por mejorar para llevar a cabo todo el procedimiento de acuerdo a lo estipulado en el documento P(0-13) "Muestreo Hidrobiológico".

## 8 CONCLUSIONES

- I. Se actualizó el documento P (0-13) basándose en protocolos establecidos en instituciones como la Directiva Marco del Agua de la UE, la EPA en su documento 841 B-99-002 y la GTC 25, dando cumplimiento a lo que se sugiere en la norma ISO/IEC 17025, al utilizar métodos desarrollados por normas internacionales, nacionales, por organizaciones técnicas reconocidas, o en libros científicos especializados.
- II. Se estableció una base documental en cuanto a procedimientos y formatos que soportan la realización de muestreos hidrobiológicos en SIAMA LTDA, habiendo resuelto las no conformidades del procedimiento de acuerdo con los requisitos técnicos y de gestión que se establecen en la NTC-ISO/IEC 17025:2005 y que son aplicables al muestreo.
- III. El personal de muestreos de SIAMA LTDA realizó de forma sobresaliente la práctica del monitoreo, demostrando tener habilidades y conocimientos a la hora de realizar muestreos hidrobiológicos, siguiendo el procedimiento establecido en el documento P(0-13) “Muestreo Hidrobiológico”.
- IV. Se reforma el documento “R-123” “Datos de campo de muestreo hidrobiológico”, permitiendo registrar la información de las características del lugar de muestreo, datos fisicoquímicos y las observaciones de campo, ajustándolo a la actualización del documento P (0-13) “Muestreo hidrobiológico”.

## 9 RECOMENDACIONES

- I. Evaluar las habilidades del personal para realizar el procedimiento de toma de muestras de los grupos hidrobiológicos macrófitas y necton, para identificar los puntos en los que el equipo tiene fallas, debido a que durante la simulación del muestreo no fue posible evaluar estos dos grupos.
  
- II. Realizar retroalimentación de los conceptos básicos que permitan al personal realizar una descripción acertada del lugar de muestreo y las condiciones ambientales en las cuales se ejecuta el monitoreo.

## 10 BIBLIOGRAFIA

Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841 B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas Generales de muestreo para estudios Biológicos. GTC 25. Bogota D.C. El instituto, 2002.

PEREZ, Marta. PADILLA, Maria del Carmen. Prácticas de Zoología Aplicada Biometría pesquera. Determinación de parámetros y cálculo del índice gonadosomático. Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Biología. Edificio de Biología. 2012

SOSTOA, Adolfo. GARCIA, Diego. GARCIA, Emili. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolo de muestreo y análisis para ictiofauna. 2005.

VICENTE, Eduardo. DE HOYOS, Caridad. SÁNCHEZ, Pedro. CAMBRA, Jaume. ECTOR, Luc. SABATER, Sergi. CIRUJANO, Santos. GUTIÉRREZ, Cesar. ALBA, Javier. PARDO, Isabel. PRAT, Narcís. PUJANTE, Ana. SOSTOA, Adolfo. GARCIA, Diego. GARCIA, Emili. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la confederación hidrográfica del Ebro. Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton, fitobentos (microalgas bentónicas), macrófitos, invertebrados bentónicos, ictiofauna. M<sup>a</sup> Jesús de la Fuente Álvaro

ZAIOSO, Héctor. Manual de campo para el muestreo del bentos. Version 1.0. Universidad Nacional De La Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. 2002

ISO/IEC. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. ISO/IEC 17025. Suiza: ISO, 2005



## ANEXO 1. FORMATO DE CAMPO R-123

**Imagen 2.** Formato de campo "R-123 Datos de Campo Muestreo Hidrobiológico"

<b>SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE</b>				
<b>DATOS DE CAMPO MUESTREO HIDROBIOLÓGICO</b>				
<b>CÓDIGO</b>	R - 123	<b>VERSIÓN</b>		<b>FECHA</b>

Empresa:		No de identificación de muestra:	
Fecha:	Dirección:	Teléfono:	
Lugar de muestreo:		Punto de muestreo:	

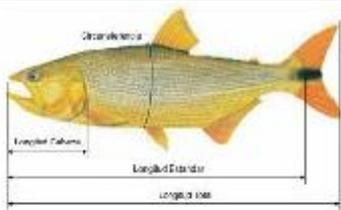
  

Descripción del punto de muestreo			
Hora inicial		Hora Final	
Coordenadas GPS		Técnico de Campo:	
Longitud:	Latitud:	Altura (msnm):	

Características hidromorfológicas									
Vel de la corriente	<input type="checkbox"/> Muy rápida	<input type="checkbox"/> Rápida	<input type="checkbox"/> Lenta						
Tipo de cauce	<input type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvado	<input type="checkbox"/> Sinuoso						
Exposición / sombras del cauce	<input type="checkbox"/> Sombreado con ventanas	<input type="checkbox"/> Totalmente sombreado	<input type="checkbox"/> Grandes claros o expuestos						
Tipo de sustrato	<input type="checkbox"/> Rocas	<input type="checkbox"/> Rocas con presencia de cantos rodados	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Climatología</th></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Soleado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Nublado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Lluvioso</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Viento</td></tr> </table>	Climatología		<input type="checkbox"/> Soleado	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Lluvioso	<input type="checkbox"/> Viento
	Climatología								
	<input type="checkbox"/> Soleado								
	<input type="checkbox"/> Nublado								
	<input type="checkbox"/> Lluvioso								
	<input type="checkbox"/> Viento								
<input type="checkbox"/> Arena fina	<input type="checkbox"/> Cantos rodados y arena gruesa								
<input type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Cantos rodados con algunas rocas								
<input type="checkbox"/> Arena gruesa	<input type="checkbox"/> Cantos rodados y arena fina								
<input type="checkbox"/> Materia orgánica	<input type="checkbox"/> Macrófitas o algas filamentosas								
<input type="checkbox"/> Otros									
Usos en la llanura aluvial a cada lado del curso (izquierdo/derecho)	I	<input type="checkbox"/> Bosque mixto	D						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Humedal	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Prados de hierbas	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Juncos / cañas	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Roquedo	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Bosque de galería	<input type="checkbox"/>						
		I	D						
		<input type="checkbox"/> Aguas estancadas	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/> Tierra cultivada	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/> Tierra de pastoreo	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/> Tierra desbrozada	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/> Zona urbana	<input type="checkbox"/>						
		<input type="checkbox"/> Zona industrial	<input type="checkbox"/>						
Uso del entorno _____									
Impacto humano _____									
Observaciones:									
Características Físicoquímicas									
Transparencia del agua	<input type="checkbox"/> Fondo visible	<input type="checkbox"/> Algo turbio	<input type="checkbox"/> Fondo poco visibles						
Temperatura del ambiente °C: _____		pH (unidades de pH): _____	Oxígeno disuelto (mg/L): _____						
Temperatura del agua °C: _____		Conductividad (µS/cm): _____							

**Imagen 3.** Formato de campo "R-123 Datos de Campo Muestreo Hidrobiológico"

Descripción de especies			
<b>MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS</b>	<b>PLANCTON</b>		
<b>PERIFITON</b>		<b>MACROFITAS</b>	
NECTON			
Nombre común			
Peso (gr)			
Longitud total (cm)			
Longitud estandar (cm)			
Longitud de cabeza (cm)			
Color			
<b>Descripción de peces:</b>			
<b>Descripción otras especies:</b>			

Responsable de muestreo \_\_\_\_\_

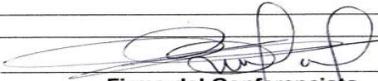
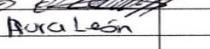
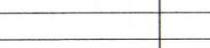
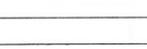
Supervisor \_\_\_\_\_

Empresa \_\_\_\_\_

Fuente: R-123.

## ANEXO 2. CONTROL DE ASISTENCIA A LA INSTRUCCIÓN TEÓRICA “TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS”

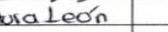
Imagen 4. Control asistencia instrucción teórica

	<b>SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE</b> <b>CONTROL DE ASISTENCIA A ACTIVIDADES</b>						
	CÓDIGO	R-030	VERSIÓN	0.1	FECHA	07/01/14	
Título o Nombre de la Actividad	Capacitación teórica de toma de muestras hidrobiológicas					Fecha	1-2-14
Nombre del Conferencista	William Bernal					Hora	8:00 am
Objetivo de la Actividad	Capacitación toma de muestras hidrobiológicas						
<b>TEMÁTICA</b>							
Toma de muestras de perifiton, macroinvertebrados benthicos, plancton, macrofitas y necton							
						 Firma del Conferencista	
<b>NOMBRE COMPLETO</b>	<b>CARGO</b>	<b>FIRMA</b>	<b>NOMBRE COMPLETO</b>	<b>CARGO</b>	<b>FIRMA</b>		
Alfonso Sierra Murat	Analista muestreador						
Jhon Alexander Andara A	Coordinador EIA						
Diego Alejandro Barranto	Analista Muestreador						
Yosabio Polo Alguero	Asesor Operativo						
Aurica Marici León Soder	practicante						
Eficacia de la Actividad:							

Fuente: R-030

### ANEXO 3. CONTROL DE ASISTENCIA A LA INSTRUCCIÓN PRÁCTICA DE "TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS"

Imagen 5. Control asistencia instrucción práctica.

	<b>SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE</b> <b>CONTROL DE ASISTENCIA A ACTIVIDADES</b>					
CÓDIGO	R-030	VERSIÓN	0.1	FECHA	07/01/14	
<b>Título o Nombre de la Actividad</b>	Capacitación práctica Toma de muestra hidrobiológica.				<b>Fecha</b>	15-2-14.
<b>Nombre del Conferencista</b>	William Beiral				<b>Hora</b>	8:30 am
<b>Objetivo de la Actividad</b>	Capacitación de toma de muestras hidrobiológicas.					
<b>TEMÁTICA</b>						
Toma de muestra de plancton, peripiton, macroinvertebrados benticos, neoton y macrofitas.						
 Firma del Conferencista						
<b>NOMBRE COMPLETO</b>	<b>CARGO</b>	<b>FIRMA</b>	<b>NOMBRE COMPLETO</b>	<b>CARGO</b>	<b>FIRMA</b>	
Alfonso Sierra Turbe	Analista -muestreador					
Juan Alexander Andino A	Coordinador FA					
Diego Alejandro Bayeto	Analista - Muestreador					
Marta Inés Higueras	Auxiliar					
Auxilia María León Saler	practicante	Auxilia León				
<b>Eficacia de la Actividad:</b>						

Fuente: R-030

## ANEXO 4. CONTROL DE ASISTENCIA A "PRESENTACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL DOCUMENTO DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICO (P-013)"

**Imagen 6.** Control asistencia a la presentación del documento P(0-13)

		<b>SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DEL AGRO, MINERO-ENERGETICA Y EL MEDIO AMBIENTE</b>			
<b>CONTROL DE ASISTENCIA A ACTIVIDADES</b>					
CÓDIGO	R - 030	VERSIÓN	0.1	FECHA	07/01/14
<b>Título o Nombre de la Actividad</b>					<b>Fecha</b>
Socialización de la actualización de muestreo hidrobiológico (P-013)					24 de abril de 2014
<b>Nombre del Conferencista</b>					<b>Hora</b>
Aurica Maria León Soler					2:00 pm
<b>Objetivo de la Actividad</b>					
Socializar los cambios realizados al documento (P-013) en la sección de muestreo hidrobiológico					
<b>TEMÁTICA</b>					
Muestreo hidrobiológico.					
- Procedimiento para plancton, perifiton, bentos, necton y macrofitas.					
					Aurica León Soler
					<b>Firma del Conferencista</b>
NOMBRE COMPLETO	CARGO	FIRMA	NOMBRE COMPLETO	CARGO	FIRMA
Andrea Nathalia Gómez Mega	Asistente	<i>[Firma]</i>			
Jhon Alexander Andino A	Coordinador FA	<i>[Firma]</i>			
Wilmar Correa Aguero	Analista FO	<i>[Firma]</i>			
Christian L. Lorenzo Gómez	Analista	<i>[Firma]</i>			
Sergio A. Rojas S.	Div. Fisicoquim	<i>[Firma]</i>			
Diego A. BARRERO	Analista FO	<i>[Firma]</i>			
Manuel M. Ortega C.	Analista FA	<i>[Firma]</i>			
<b>Eficacia de la Actividad:</b>					

Fuente: R-03

## ANEXO 5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS HIDROBIOLÓGICAS

Imagen 7. Evaluación 1 de la práctica

EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN							
FECHA	26-Abril-2014	LUGAR	FINCA VILLA CERVINA VIA CUEVAS				
E	Excelente	B	Bueno	R	Regular	M	Malo
PREPARACIÓN DEL MONITOREO							
Material para el monitoreo							
Reactivos para la preservación							
Formatos de campo							
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PLANCTON							
Selección del lugar para la toma de muestra							
Toma de la muestra							
Filtración							
Preservación							
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PERIFITON							
Selección del lugar para la toma de muestra							
Selección del sustrato							
Toma de la muestra							
Preservación							
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROINVERTEBRADOS BENTICOS							
Selección del lugar para la toma de muestra							
Manipulación de la red o de la draga							
Toma de la muestra							
Composición de la muestra							
Preservación							
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROFITAS							
Selección del lugar para la toma de muestra							
Toma e identificación de la muestra							
Abundancia determinada por la escala de coberturas							
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA NECTON							
Personal apto para la toma de muestra							
Toma de la muestra							
Toma de medidas biométricas							
Toma de registro fotográfico de especies							
Recolección de información secundaria							
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO							
Toma de datos fisicoquímicos							
Observaciones de campo							
Toma de datos hidromorfológicos							
Registro fotográfico							
OBSERVACIONES EN EL CASO DE MACROFITAS NO SE OBSERVARON NINGUN TIPO DE COMUNIDAD EN EL PUNTO DE MUESTREO. NINGUNO NO SE CAPTURARON EJEMPLARES DE ESTA COMUNIDAD. SE REALIZO PESCA CON LA NAJA DE BARRIDO.							
EVALUADOR <u>WILLIAM DE LA ROSA</u>							

Fuente: Autor

Imagen 8. Evaluación 2 de la práctica.

EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN				
FECHA	26/04/2014	LUGAR	Finca Villa Claudia Via Coros	
E	Excelente	B	Bueno	R Regular M Malo
<b>PREPARACIÓN DEL MONITOREO</b>				
	E	B	R	M
Material para el monitoreo		✓		
Reactivos para la preservación		✓		
Formatos de campo		✓		
<b>APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PLANCTON</b>				
	E	B	R	M
Selección del lugar para la toma de muestra	✓			
Toma de la muestra	✓			
Filtración	✓			
Preservación	✓			
<b>APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PERIFITON</b>				
	E	B	R	M
Selección del lugar para la toma de muestra	✓			
Selección del sustrato	✓			
Toma de la muestra	✓			
Preservación	✓			
<b>APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROINVERTEBRADOS BENTICOS</b>				
	E	B	R	M
Selección del lugar para la toma de muestra		✓		
Manipulación de la red o de la draga		✓		
Toma de la muestra		✓		
Composición de la muestra		✓		
Preservación	✓			
<b>APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROFITAS</b>				
	E	B	R	M
Selección del lugar para la toma de muestra				
Toma e identificación de la muestra				
Abundancia determinada por la escala de coberturas				
<b>APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA NECTON</b>				
	E	B	R	M
Personal apto para la toma de muestra				
Toma de la muestra				
Toma de medidas biometricas				
Toma de registro fotografico de especies				
Recolección de información secundaria				
<b>REGISTRO DE DATOS DE CAMPO</b>				
	E	B	R	M
Toma de datos fisicoquímicos	✓			
Observaciones de campo		✓		
Toma de datos hidromorfológicos		✓		
Registro fotográfico	✓			
OBSRVACIONES En el lugar de la toma de muestras no se observó presencia de Macrofitas ni especies de Necton				
EVALUADOR Juan Alexander Andino A				

Fuente: Autor

Imagen 9. Evaluación 3 de la práctica

EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN				
FECHA	26-04-14	LUGAR	Finca Villa Claudia vía Coros	
E	Excelente	B	Bueno	R
		Regular	M	Malo
PREPARACIÓN DEL MONITOREO				
Material para el monitoreo	E	B	R	M
Reactivos para la preservación	/			
Formatos de campo	/			
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PLANCTON				
Selección del lugar para la toma de muestra	/			
Toma de la muestra	/			
Filtración	/			
Preservación	/			
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PERIFITON				
Selección del lugar para la toma de muestra	/			
Selección del sustrato	/			
Toma de la muestra		/		
Preservación	/			
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROINVERTEBRADOS BENTICOS				
Selección del lugar para la toma de muestra		/		
Manipulación de la red o de la draga	/			
Toma de la muestra	/			
Composición de la muestra		/		
Preservación	/			
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROFITAS				
Selección del lugar para la toma de muestra				
Toma e identificación de la muestra				
Abundancia determinada por la escala de coberturas				
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA NECTON				
Personal apto para la toma de muestra				
Toma de la muestra				
Toma de medidas biometricas				
Toma de registro fotografico de especies				
Recolección de información secundaria				
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO				
Toma de datos fisicoquímicos	/			
Observaciones de campo		/		
Toma de datos hidromorfológicos		/		
Registro fotográfico	/			
OBSRVACIONES En el lugar no se evidencio presencia de macrofitas ni necton, pero se hicieron las observaciones en el formato de campo "R-123" como lo señala el documento "P-013"				
EVALUADOR <u>Aurica León Soler .</u>				

Fuente: Autor

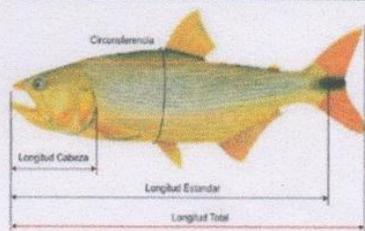
## ANEXO 6. FORMATO DE CAMPO R-123 DE LA SIMULACIÓN DEL MONITOREO DEL 26 DE ABRIL DE 2014

Imagen 10. Formato de campo monitoreo 26 de abril

SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL MEDIO AMBIENTE			
DATOS DE CAMPO MUESTREO HIDROBIOLÓGICO			
CÓDIGO	R - 123	VERSIÓN	FECHA
Empresa: <u>Siama Ltda.</u>		No de identificación de muestra:	
Fecha: <u>26.4.14.</u>	Dirección:		Teléfono:
Lugar de muestreo: <u>Qda. NN. Vía Curus.</u>		Punto de muestreo:	
Descripción del punto de muestreo			
Hora inicial: <u>8:00 am</u>		Hora Final: <u>11:00 am</u>	
Coordenadas GPS		Técnico de Campo:	
Longitud:	Latitud:	Altura (msnm):	
Características hidromorfológicas			
Vel de la corriente	<input type="checkbox"/> Muy rápida	<input type="checkbox"/> Rápida	<input checked="" type="checkbox"/> Lenta
Tipo de cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Recto	<input type="checkbox"/> Curvado	<input type="checkbox"/> Sinuoso
Exposición / sombras del cauce	<input checked="" type="checkbox"/> Sombreado con ventanas	<input type="checkbox"/> Totalmente sombreado	<input type="checkbox"/> Grandes claros o expuestos
Tipo de sustrato	<input checked="" type="checkbox"/> Rocas	<input type="checkbox"/> Rocas con presencia de cantos rodados	<b>Climatología</b> <input type="checkbox"/> Soleado <input checked="" type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Lluvioso <input type="checkbox"/> Viento
	<input checked="" type="checkbox"/> Arena fina	<input type="checkbox"/> Cantos rodados y arena gruesa	
	<input checked="" type="checkbox"/> Cantos rodados	<input type="checkbox"/> Cantos rodados con algunas rocas	
	<input type="checkbox"/> Arena gruesa	<input type="checkbox"/> Cantos rodados y arena fina	
	<input type="checkbox"/> Materia orgánica	<input type="checkbox"/> Macrófitas o algas filamentosas	
<input type="checkbox"/> Otros			
Usos en la llanura aluvial a cada lado del curso (izquierdo/derecho)	I	Bosque mixto	D
	<input checked="" type="checkbox"/>	Humedal	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Prados de hierbas	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Juncos / cañas	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Roquedo	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Bosque de galería	<input type="checkbox"/>	
	I	Aguas estancadas	D
	<input type="checkbox"/>	Tierra cultivada	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Tierra de pastoreo	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Tierra desbrozada	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Zona urbana	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>
Uso del entorno	<u>Zona de pastos</u>		
Impacto humano			
Observaciones:			
Características Físicoquímicas			
Transparencia del agua	<input checked="" type="checkbox"/> Fondo visible	<input type="checkbox"/> Algo turbio	<input type="checkbox"/> Fondo poco visibles
Temperatura del ambiente °C: <u>20,5</u>	pH (unidades de pH): <u>7,31</u>	Oxígeno disuelto (mg/L): <u>8,2 mg/L</u>	<input type="checkbox"/> No visible
Temperatura del agua °C: <u>19,9</u>	Conductividad (µS/cm): <u>82,0</u>		

Fuente: R-123

Imagen 11. Formato de campo monitoreo 26 de abril

Descripción de especies				
MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS	PLANCTON			
<p>- Presencia de gusanos amarillos en las piedras</p> <p>- Sustrato arenoso (fino)</p>	<p>Volumen de agua - 20 litros</p> <p>Agua clara.</p>			
PERIFITON	MACROFITAS			
<p>Sustrato - hojarasca. Natural Rocas</p> <p>Sustrato Artificial - fibra sintética.</p>	<p>- No se evidencia.</p>			
NECTON				
Nombre común				
Peso (gr)				
Longitud total (cm)				
Longitud estandar (cm)				
Longitud de cabeza (cm)				
Color				
<p>Descripción de peces:</p> <p>Agua arriba se encuentran sardinas.</p>				
				
<p>Descripción otras especies:</p>				
<p>Responsable de muestreo <u>Diego Barreto</u> Supervisor Empresa _____</p>				

Fuente: R-123

## ANEXO 7. RESULTADOS PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DE MUESTREO.

Los resultados obtenidos son los siguientes.

### I. Resultados para el aspecto "Preparación del monitoreo"

Para obtener el resultado de cada uno de los ítems se sacó el promedio de las tres evaluaciones que se realizaron y se obtuvieron las siguientes puntuaciones para el aspecto "Preparación del monitoreo".

**Tabla 1.** Puntuación promedio para "Preparación del monitoreo".

PREPARACIÓN DEL MONITOREO	CALIFICACIÓN			PROMEDIO
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	
Material para el monitoreo	4,0	4,0	4,0	4,0
Reactivos para la preservación	4,0	5,0	5,0	4,7
Formatos de campo	4,0	5,0	5,0	4,7

**Fuente:** Autor

En la siguiente tabla se encuentra el porcentaje de cumplimiento, teniendo en cuenta que la puntuación máxima para la preparación del monitoreo era de 15 puntos.

**Tabla 2.** Porcentaje de cumplimiento en "Preparación del monitoreo"

ASPECTO		ÍTEM	PUNTAJE
PREPARACIÓN DEL MONITOREO		Material para el monitoreo	4,0
		Reactivos para la preservación	4,7
		Formatos de campo	4,7
Puntaje máximo	15 Puntos	Puntaje obtenido	13,3
% de cumplimiento		88,9	

**Fuente:** Autor

II. Resultados para el aspecto “Aplicación del procedimiento para perifiton”

En la siguiente tabla se obtiene la puntuación promedio de los ítems que describen los pasos importantes para el procedimiento de perifiton.

**Tabla 3.** Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para perifiton"

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PERIFITON	CALIFICACIÓN			PROMEDIO
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	
Selección del lugar para la toma de muestra	5,0	5,0	5,0	5,0
Selección del sustrato	5,0	5,0	5,0	5,0
Toma de la muestra	5,0	5,0	4,0	4,7
Preservación	5,0	5,0	5,0	5,0

**Fuente:** Autor

El porcentaje de cumplimiento se halla de acuerdo al total de puntos obtenidos en las valoraciones promediadas respecto a los puntos que puede obtener el aspecto, que para este caso 20 puntos es lo que puede obtener como máximo.

**Tabla 4.** Porcentaje de cumplimiento en "Aplicación del procedimiento para perifiton"

ASPECTO		ÍTEM	PUNTAJE
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PERIFITON		Selección del lugar para la toma de muestra	5,0
		Selección del sustrato	5,0
		Toma de la muestra	4,7
		Preservación	5,0
Puntaje máximo	20	Puntaje obtenido	19,7
% de cumplimiento		98,3	

**Fuente:** Autor

III. Resultados para el aspecto “Aplicación del procedimiento para plancton”

En la siguiente tabla se obtiene la puntuación promedio de los ítems que describen los pasos importantes para el procedimiento de plancton.

**Tabla 5.** Puntuación promedio para " Aplicación del procedimiento para plancton"

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PLANCTON	CALIFICACIÓN			
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	PROMEDIO
Selección del lugar para la toma de muestra	5,0	5,0	5,0	5,0
Toma de la muestra	5,0	5,0	5,0	5,0
Filtración	5,0	5,0	5,0	5,0
Preservación	5,0	5,0	5,0	5,0

**Fuente:** Autor

Para el procedimiento de plancton se tuvieron en cuenta cuatro ítems importantes para realización del monitoreo de este grupo hidrobiológico, los cuales fueron evaluados y el puntaje obtenido se comparó respecto al total de puntos con él se podía calificar este aspecto. En la siguiente tabla se puede ver el porcentaje de cumplimiento del procedimiento por parte del personal de muestreo.

**Tabla 6:** Porcentaje de cumplimiento en "Aplicación del procedimiento para plancton"

ASPECTO		ÍTEM	PUNTAJE
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PLANCTON		Selección del lugar para la toma de muestra	5,0
		Toma de la muestra	5,0
		Filtración	5,0
		Preservación	5,0
Puntaje máximo	20	Puntaje obtenido	20
% de cumplimiento		100	

**Fuente:** Autor

#### IV. Resultados para el aspecto "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos"

Otro de los aspectos a valorar fue "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos", para el cual se consiguieron los siguientes puntos de la promediación de las propuestas de evaluación aplicadas.

**Tabla 7:** Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos"

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS	CALIFICACIÓN			
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	PROMEDIO
Selección del lugar para la toma de muestra	4,0	4,0	4,0	4,0
Manipulación de la red o de la draga	4,0	4,0	5,0	4,3
Toma de la muestra	4,0	4,0	5,0	4,3
Composición de la muestra	4,0	4,0	4,0	4,0
Preservación	5,0	5,0	5,0	5,0

**Fuente:** Autor

A continuación se puede ver el porcentaje de cumplimiento obtenido por los muestreadores de acuerdo a su desempeño durante la práctica del monitoreo.

**Tabla 8:** Porcentaje de cumplimiento en "Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos"

ASPECTO	ÍTEM	PUNTAJE	
APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS	Selección del lugar para la toma de muestra	4,0	
	Manipulación de la red o la draga	4,3	
	Toma de la muestra	4,3	
	Composición de la muestra	4,0	
	Preservación	5,0	
Puntaje máximo	25	Puntaje obtenido	21,7
% de cumplimiento		86,7	

**Fuente:** Autor

#### V. Resultados para el aspecto "Aplicación del procedimiento para macrofitas"

Para el aspecto "Aplicación del procedimiento para macrofitas" no se obtuvieron resultados cuantificables debido a que en el lugar de muestreo no existía este grupo hidrobiológico, por este motivo no se pudo realizar una valoración del

procedimiento. En el formato de campo se hizo la observación correspondiente para informar la ausencia de este grupo.

**Tabla 9:** Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para macrofitas"

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROFITAS	CALIFICACIÓN			
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	PROMEDIO
Selección del lugar para la toma de muestra	-	-	-	-
Toma e identificación de la muestra	-	-	-	-
Abundancia determinada por la escala de coberturas	-	-	-	-

**Fuente:** Autor

#### VI. Resultados para el aspecto "Aplicación del procedimiento para necton"

En cuanto al necton tampoco se pudo observar organismos de este grupo por lo tanto no se pudo aplicar una evaluación para el aspecto "Aplicación del procedimiento para necton", pero el personal de muestreo procedió a tomar información secundaria que también es válida para este procedimiento al estar incluido en el documento (P-013) "Muestreo Hidrobiológico".

**Tabla 10:** Puntuación promedio para "Aplicación del procedimiento para necton"

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA NECTON	CALIFICACIÓN			
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	PROMEDIO
Personal apto para la toma de muestra	-	-	-	-
Toma de la muestra	-	-	-	-
Toma de medidas biometricas	-	-	-	-
Toma de registro fotografico de especies	-	-	-	-
Recolección de información secundaria	-	-	-	-

**Fuente:** Autor

VII. Resultados para el aspecto “Registro de datos de campo”

El registro de datos de campo también fue evaluado cuantitativamente, en la siguiente tabla se registra la puntuación que logro cada uno de los ítems a partir de las evaluaciones que se aplicaron.

**Tabla 11:** Puntuación promedio para "Registro de datos de campo"

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO	CALIFICACIÓN			PROMEDIO
	Evaluación 1	Evaluación 2	Evaluación 3	
Toma de datos fisicoquímicos	5,0		5,0	5,0
Observaciones de campo	4,0	5,0	4,0	4,3
Toma de datos hidromorfológicos	4,0	5,0	4,0	4,3
Registro fotográfico	5,0	5,0	5,0	5,0

**Fuente:** Autor

Para el registro de datos de campo se alcanzó la siguiente puntuación.

**Tabla 12:** Porcentaje de cumplimiento en "Registro de datos de campo"

ASPECTO	ÍTEM	PUNTAJE	
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO	Toma de datos fisicoquímicos	5,0	
	Observaciones de campo	4,3	
	Toma de datos hidromorfológicos	4,3	
	Registro fotográfico	5,0	
Puntaje máximo	20	Puntaje obtenido	18,7
% de cumplimiento		93,3	

**Fuente:** Autor

VIII. Resultado general de la “Propuesta de evaluación de la práctica”

Para obtener el resultado final de la valoración como porcentaje de cumplimiento se sumaron todos los puntos obtenidos en cada uno de los ítems y se compararon con una puntuación máxima de 100 puntos debido a que los aspecto “Aplicación

del procedimiento para macrofitas” y “Aplicación del procedimiento para necton” no se tuvieron en cuenta para evaluarlos a causa de que no se pudo monitorear ninguno de estos dos grupos hidrobiológicos. En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de cumplimiento individual que obtuvo cada aspecto.

**Tabla 13:** Porcentaje de cumplimiento individual de cada aspecto

ASPECTO \ Puntuación	PREPARACIÓN DEL MONITOREO	APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PLANCTON	APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA PERIFITON	APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS	REGISTRO DE DATOS DE CAMPO
PUNTAJE MÁXIMO	15	20	20	25	20
PUNTAJE OBTENIDO	13,34	20	19,7	21,7	18,7
% CUMPLIMIENTO	88,93%	100,00%	98,50%	86,64%	93,30%

**Fuente:** Autor

**Tabla 14:** Porcentaje de cumplimiento general del muestreo hidrobiológico

	ASPECTO	PUNTAJACIÓN OBTENIDA	PUNTAJACIÓN TOTAL
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	Preparación del monitoreo	13,34	15
	Aplicación del procedimiento para plancton	20	20
	Aplicación del procedimiento para perifiton	19,7	20
	Aplicación del procedimiento para macroinvertebrados bénticos	21,7	25
	Registro de datos de campo	18,7	20
	PUNTAJACIÓN OBTENIDA	93,44	100
	% de cumplimiento	93,44%	

**Fuente:** Autor

## ANEXO 8 . EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTO

### Imagen 12. Evaluación de conocimiento

Nombres: Alfonso Sierra  
Diego Barreto

Durante el muestreo de neuston es importante tomar la longitud estándar del pez.  
¿Por qué?  
Para determinar el comportamiento (Crecimiento - reproducción).  
Eficiencia para usar sobre recurso hídrico.

¿A qué profundidad se debe tomar la muestra de plancton y porque?  
25 cm - 40 cm → porque en esa capa de agua se encuentra la mayor cantidad.

¿Qué zonas son recomendadas para tomar la muestra de perifiton?  
Rocas, zonas húmedas alrededor de la fuente - SUSPENSIÓN VEGETAL  
- SUSPENSIÓN INERTES.

¿Para el muestreo de macroinvertebrados benthicos en zonas profundas como lagos que instrumento se utiliza para tomar la muestra?  
Diapas.

¿Para qué tipo de muestreo se utilizan las botellas de van dorn?  
Para aguas profundas y estancadas (toma de muestra).

Fuente: Autor

**Imagen 13.** Evaluación de conocimiento

Nombres: *Martin Higuera*

Durante el muestreo de necton es importante tomar la longitud estándar del pez.  
¿Por qué?  
*0.00 5000 apta para  
reproducir*  
*Tamaño para legislar sobre recurso pesquero.*

¿A qué profundidad se debe tomar la muestra de plancton y porque?  
*✓ 40 cms*

¿Qué zonas son recomendadas para tomar la muestra de perifiton?  
*✓ bocas, partes húmedas* - *SUESTRAS VEGETALES*  
- *SUESTRAS INERTES.*

¿Para el muestreo de macroinvertebrados bénticos en zonas profundas como lagos que instrumento se utiliza para tomar la muestra?  
*✓ Dioga*

¿Para qué tipo de muestreo se utilizan las botellas de van dorn?  
*Muestras integradas de rios o lagunas profundas*

Fuente: Autor

## Imagen 14. Evaluación de conocimiento

Nombres: Jhon Ardila  
Ariela León

Durante el muestreo de neuston es importante tomar la longitud estándar del pez.  
¿Por qué?

✓ <sup>Los</sup> Algunos peces cumple su ciclo biológico para reproducirse y esto se puede determinar a través de la longitud estándar.

✓ ~~Es una~~ ~~para~~ ~~leer~~ ~~se~~ ~~de~~ ~~pez~~.

¿A qué profundidad se debe tomar la muestra de plancton y porque?

✓ 25 - 40 cm. debido a que en esa profundidad alcanza a entrar la luz del sol.

¿Qué zonas son recomendadas para tomar la muestra de perifiton?

✓ Zonas húmedas pero que no este sumergidas.

¿Para el muestreo de macroinvertebrados benthicos en zonas profundas como lagos que instrumento se utiliza para tomar la muestra?

✓ Dragas.

¿Para qué tipo de muestreo se utilizan las botellas de van dom?

✓ para muestreo de plancton en zonas profundas.  
y aguas

Fuente: Autor

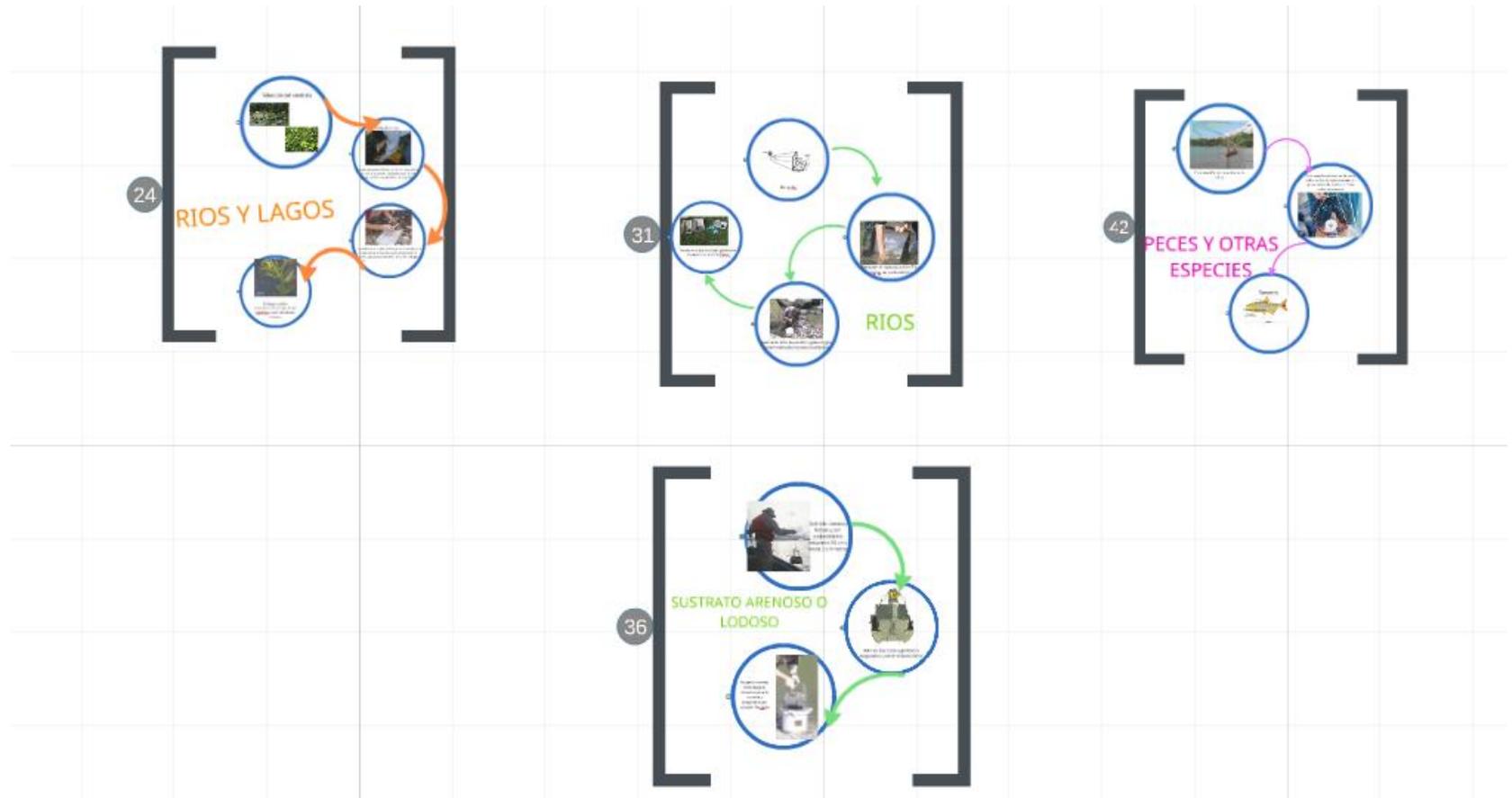
## ANEXO 9. PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO P (0-13)

Imagen 15. Presentación documento P(0-13)



Fuente: Autor

Imagen 16. Presentación documento P(0-13)



Fuente: Autor