



Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán

ACUERDO INTERNO No. 08- 2024

Villa Nueva, Guatemala, 26 de agosto de 2024

LA DIRECTORA EJECUTIVA DE LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y DEL LAGO DE AMATITLÁN

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con el artículo 5 del Decreto número 64-96 del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, establece que la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán queda facultada para planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las Instituciones que correspondan, todos los trabajos que permitan rehabilitar el ecosistema de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos.

CONSIDERANDO:

De conformidad con el Acuerdo número A-39-2023 Contralor General de Cuentas según lo establece en la Norma número 3: NORMAS APLICABLES A LAS ACTIVIDADES DE CONTROL en el sub numeral 3.1 Selección y Desarrollo de Actividades de Control, literal b) Establecer Procedimientos: La máxima autoridad, a través de la unidad competente en materia de desarrollo de procedimientos de la entidad, debe elaborar e implementar manuales de procedimientos, para cada puesto o cargo y procesos relativos a las diferentes actividades de la entidad sujetas a control gubernamental y fiscalización. Los manuales de procedimientos deben revisarse en función de las necesidades de la entidad para su actualización de acuerdo con cambios en los procesos y funciones de los puestos o cargos, seleccionando los diferentes tipos de control ajustándolos a la naturaleza, tamaño y complejidad de los procesos y áreas de la entidad.

CONSIDERANDO:

Que es fundamental que el personal de la **DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS**, cuente con un instrumento administrativo que contenga la normativa aplicable, lineamientos y/o procedimientos que debe realizar el personal para ejecutar sus funciones adecuadamente en sus puestos de trabajo.



Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán

POR TANTO:

La Directora Ejecutiva de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, con base a las atribuciones que le confiere el artículo 5 del Decreto número 64-96 del Congreso de la Republica Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, y el artículo 5 literales c y h del Acuerdo Gubernativo número 186-99, Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.

ACUERDA:

PRIMERO: APROBAR LA ACTUALIZACIÓN DEL MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS, de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, el cual consta de trescientas cincuenta (350) paginas impresas en ambos lados, que forman parte del presente acuerdo.

SEGUNDO: El presente acuerdo interno surte efectos a partir de la presente fecha.

TERCERO: Ordenar a Asesoría Jurídica para que, por medio de la Unidad de Información Pública, se encuentre a disposición de los interesados el presente Manual de Normas y Procedimientos de la **DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS**.

CUARTO: Notifíquese.

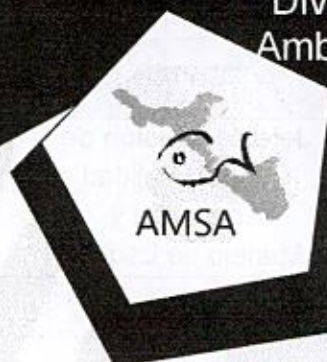

Ph. D. Enma Leticia Díaz Lara
Directora Ejecutiva
-AMSA-



AUTORIDAD PARA EL MANEJO
SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y DEL
LAGO DE AMATITLÁN

-AMSA-

División de Control, Calidad
Ambiental y Manejo de Lagos



Guatemala, 2024

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS

**Manual Operativo de la División de Control,
Calidad Ambiental y Manejo de Lagos**



Autoridad para el Manejo
**Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

Aprobado por:	Cargo	Fecha	Firma y sello
Dr. Enma Leticia Díaz Lara	Director Ejecutivo	26/8/2024	

Revisado por:	Cargo	Fecha	Firma y sello
Ing. Iván Antonio Salazar Sosa	Sub-Director Ejecutivo	14/08/2024	

MSc. Ing. Agr. Iván Antonio Salazar Sosa
Subdirector Ejecutivo
-AMSA-

Responsable de su aplicación	Cargo	Fecha	Firma y sello
José Diego Morales	Jefe de División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos.		

Ing. José Diego Morales Ortega
Jefe de División de Control, Calidad Ambiental
y Manejo de Lagos
-AMSA-

Vigente a Partir de:

03/01/2024

RESOLUCIÓN NO. 71-2018

**DIRECCIÓN EJECUTIVA DE LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO
SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y DEL LAGO DE AMATITLÁN, VILLA NUEVA,
GUATEMALA, diez de septiembre de dos mil dieciocho.**

**Asunto: APROBACIÓN DEL COMPENDIO DE
MANUALES DE PROCEDIMIENTOS DE LA
DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD Y MANEJO
DE LAGOS.**

CONSIDERANDO:

Que en el Acuerdo Número 09-03, del Jefe de la Contraloría General de Cuentas, Normas Generales de Control Interno, en la Norma 1.10 Manuales de Normas y Procedimientos, establece que la máxima autoridad de cada ente público, debe apoyar y promover la elaboración de manuales de funciones y procedimientos para cada puesto y procesos relativos a las diferentes actividades de la entidad. Los Jefes, Directores y demás ejecutivos de cada entidad son los responsables de que existan manuales, su divulgación y capacitación al personal, para su adecuada implementación y aplicación de las funciones y actividades asignadas a cada puesto de trabajo.

CONSIDERANDO:

Que resulta fundamental dotar al personal de un instrumento que contenga los lineamientos a seguir en el cumplimiento de sus funciones, estableciendo la normativa que deberán cumplir en la ejecución de los procedimientos, por lo que es necesario emitir la **Aprobación del Compendio de Manuales de Procedimientos de la División de Control, Calidad y Manejo de Lagos.**

POR TANTO:

El Director Ejecutivo de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, con base en las atribuciones que le confiere el artículo 5 de la Ley de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, Decreto número 64-96 del Congreso de la República de Guatemala y el artículo 5 literal h del Acuerdo Gubernativo 186-99, Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.

km. 22. Ruta al Pacífico, PBX (502) 6624-1700

 @amsaguat

 lagodeamatitlanAMSA

www.amsa.gob.gt



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS DEL MANUAL	5
2.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. CAMPO DE APLICACIÓN	6
4. BASE LEGAL	6
5. VISIÓN Y MISIÓN INSTITUCIONAL	7
6. OBJETIVOS DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS	8
6.1 OBJETIVO GENERAL	8
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
7. FUNCIONES DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS	9
8. PROCEDIMIENTOS DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS	10
9. PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS	12
9.1 MONITOREO	12
9.2 ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS	34
9.3 MICROBIOLOGÍA	105
9.4 METALES PESADOS	115
9.5 ANÁLISIS DE CONTAMINANTES VOLÁTILES Y SEMIVOLÁTILES	155
9.6 BIODIVERSIDAD	160
10. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS	187
11. DEFINICIONES	349

1. INTRODUCCIÓN

A través del Decreto 64-96 del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Creación Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán y su Reglamento, Acuerdo Gubernativo 186-99, fue creada con el fin específico de planificar, coordinar y ejecutar todas las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias y que permitan rehabilitar el ecosistema del Lago de Amatitlán y todas sus Cuencas Tributarias.

Con el fin de dar cumplimiento al artículo 2, inciso e de dicho acuerdo, el cual indica: *Establecer programas para el monitoreo de calidad ambiental en las microcuencas de los lagos del país y del río María Linda, en coordinación con otras instituciones, que persigan objetivos afines de estudio científico técnico para la obtención de propuestas concretas de mecanismos de verificación y control de agentes contaminantes, a través del capítulo III, artículo 18 indica que la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de lagos, debe determinar el impacto en la calidad del agua de la cuenca del lago de Amatitlán que causan las descargas municipales domiciliarias, industriales, agrícolas hospitalarios y otros.*

Por lo anterior, se implementa el Laboratorio de Aguas y Sólidos, el cual, a través de monitoreos y análisis fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados, además de la diversidad biológica de cada cuerpo de agua, determina la calidad de agua de los mismos.

Asimismo, para lograr sus fines y cumplir las actividades delegadas crea el "Manual de Normas y Procedimientos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de lagos", que incorpora los procedimientos específicos para la realizar los monitoreos, toma de parámetros *in situ* y análisis de calidad de agua a realizarse en el laboratorio.

En cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 5-2021, Ley para la Simplificación de Requisitos y Trámites Administrativos, el presente manual incorpora la firma electrónica validando así todos los documentos digitales o físicos que la contenga, esto con el fin de agilizar procesos, mejorar la seguridad y facilitar la interacción con los ciudadanos.



2. OBJETIVOS DEL MANUAL

2.1 OBJETIVO GENERAL

Orientar las acciones y procedimientos, del personal de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de lagos, para aplicar en los diferentes procesos que se llevan a cabo para la determinación de la calidad de agua de los principales ríos tributarios y el lago de Amatitlán.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Establecer el procedimiento correcto para la recepción de muestras y elaboración de órdenes de laboratorio, y con ello asegurar un adecuado seguimiento de la cadena de custodia, así como llevar el control de la muestra ingresada para luego emitir las órdenes de laboratorio de acuerdo con los análisis a realizar.
- b. Establecer los lineamientos operativos para la recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras de agua.
- c. Describir los procedimientos para realizar la estimación de caudal y aforo de fuentes hídricas utilizando los métodos de sección – velocidad y volumétrico.
- d. Establecer los lineamientos operativos para realizar los análisis fisicoquímicos de muestras de agua
- e. Describir los procedimientos para realizar la determinación de Coliformes Fecales y Totales en aguas del lago de Amatitlán y los principales ríos de la cuenca tributaria
- f. Establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de metales pesados en muestras de agua natural.
- g. Identificar cualitativamente mediante la técnica de Cromatografía de Gases y espectrometría de masas de tiempo de vuelo, GC/MS-TOF los contaminantes orgánicos volátiles y semivolátiles presentes en las muestras de aguas naturales.
- h. Establecer el procedimiento adecuado para la colecta de macroinvertebrados bénticos y determinar si existen perturbaciones en un ecosistema acuático a través del ensamble de macroinvertebrados presentes.
- i. Establecer el procedimiento adecuado para la identificación taxonómica y conteo de organismos de muestras de zooplancton.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

El Manual de normas y procedimientos, es de uso obligatorio para el personal de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de lagos, quienes deben de conocer las disposiciones del mismo, no pudiendo invocar desconocimiento del mismo, siendo el jefe de División responsable de su difusión dentro del personal a su cargo, y hará entrega de un ejemplar a cada uno; y si tuviera personal eventual de contrato, le hará saber el procedimiento de las actuaciones de la División.

4. BASE LEGAL

- a. Art. 97; Constitución política de la República de Guatemala
- b. Decreto No. 64-96 del Congreso de la República, Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, artículo 3 numeral 1, artículo 5.
- c. Decreto No. 90-97 del Congreso de la República, Código de Salud.
- d. Decreto No. 12-12 del Congreso de la República, Código Municipal.
- e. Decreto 68-86 del Congreso de la República, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio ambiente, artículo 1.
- f. Acuerdo Gubernativo 186-99, Reglamento de Funcionamiento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, artículo 2 inciso e. y d, artículo 10 inciso g, artículo 18.
- g. Acuerdo Gubernativo 236-2006 y sus modificaciones, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.
- h. Acuerdo Gubernativo 5-2021, Ley para la Simplificación de Requisitos y Trámites Administrativos.



5. VISIÓN Y MISIÓN INSTITUCIONAL

5.1 VISIÓN

Al 2032 la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán es reconocida por su liderazgo como autoridad al más alto nivel en la planificación y coordinación de las acciones conjuntas para el manejo integrado de la cuenca y del lago de Amatitlán con los distintos actores y sectores

5.2 MISIÓN

Somos la autoridad al más alto nivel, facultada para planificar, coordinar y ejecutar las acciones que permitan el manejo integrado y sustentable de la cuenca y del lago de Amatitlán, en coordinación con los sectores y actores correspondientes.

6. OBJETIVOS DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Monitorear y determinar la calidad de los principales ríos tributarios de la cuenca tributaria y el lago de Amatitlán.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Evaluar en forma sistemática la calidad de los cuerpos hídricos, sedimentos, flora y fauna que se encuentran en la cuenca del lago de Amatitlán, para determinar las principales causas y puntos de contaminación y promover las soluciones técnicas para la reducción de contaminantes.
- b. Evaluar el cumplimiento de las medidas correctivas que se implementen en el plan de manejo de la cuenca y del lago de Amatitlán, con el fin de revertir el proceso de eutrofización
- c. Coordinar el restablecimiento de la red hidrométrica y meteorológica para monitorear las condiciones hidrometeorológicas de la cuenca
- d. Determinar el impacto en la calidad del agua de la cuenca del lago de Amatitlán que causan las descargas municipales, domiciliarias, industriales, agrícolas, hospitalarios y otros
- e. Efectuar un inventario biológico de la flora y fauna de la cuenca del lago de Amatitlán, estableciendo los criterios para el manejo sustentable de los mismos.
- f. Realizar los estudios relativos al uso y control de productos agroquímicos y del suelo en la cuenca, con el fin de establecer su influencia en la calidad del agua y establecer criterios para el uso adecuado dentro de la cuenca
- g. Implementar investigaciones en coordinación con entidades afines para el análisis de emanaciones gaseosas automotrices e industriales, contaminación visual y por ruido de la cuenca del lago de Amatitlán, para establecer criterios y ejecutar acciones encaminadas a minimizar este tipo de contaminación
- h. Coordinar con las instituciones encargadas del manejo de la pesa, tráfico lacustre, uso del agua para el deporte, recreación, turismo y aspectos culturales a fin de establecer un uso sostenible del recurso hídrico.
- i. Los documentos firmados electrónicamente de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y del lago de Amatitlán -AMSA- obedecen al cumplimiento del Decreto Gubernativo 5-2021, Ley de Simplificación de Requisitos y Trámites Administrativos, en sus artículos 23, 27 y 30; en los cuales se establece que se debe priorizar la agilización de la entrega de información, utilizando herramientas electrónicas necesarias, recordando así que, la firma electrónica tiene la misma validez que la firma física.



7. FUNCIONES DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS

- a. Evaluar en forma sistemática la calidad de los cuerpos hídricos, sedimentos, flora y fauna que se encuentran en la cuenca del lago de Amatitlán, para determinar las principales causas y puntos de contaminación y promover las principales soluciones técnicas para la reducción de contaminantes.
- b. Evaluar el cumplimiento de las medidas correctivas que se implementen en el plan de manejo de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, con el fin de revertir el proceso de eutrofización.
- c. Coordinar el restablecimiento de la red hidrométrica y meteorológica para monitorear las condiciones hidrometeorológicas de la cuenca.
- d. Determinar el impacto en la calidad del agua de la cenca del lago de Amatitlán que causan las descargas municipales, domiciliarias industriales, agrícolas, hospitalarios y otros.
- e. Efectuar un inventario biológico de la flora y fauna de la cuenca del lago de Amatitlán, estableciendo los criterios para el manejo sustentable de los mismos.
- f. Realizar los estudios relativos al uso y control de productos agroquímicos y del suelo en la cuenca, con el fin de establecer su influencia en la calidad del agua y establecer criterios para el uso adecuado dentro de la cuenca.
- g. Implementar investigaciones en coordinación con entidades a fines para el análisis de emanaciones gaseosas automotrices e industriales, contaminación visual y por ruido de la cuenca del lago de Amatitlán, para establecer criterios y ejecutar acciones encaminadas a minimizar este tipo de contaminación.
- h. Coordinar con las instituciones encargadas del manejo de la pesca, tráfico lacustre, uso del agua para el deporte, recreación, turismo y aspectos culturales, a fin de establecer un uso sostenible del recurso hídrico.
- i. Cualquier otra atribución que sea necesaria para el análisis y control ambiental y manejo de lagos.

8. PROCEDIMIENTOS DE LA DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS

- A. Monitoreo**
 - A.1.** Recolección, preservación, transporte y almacenamiento de muestras acuosas
 - A.2.** Estimación de caudal y métodos de aforo
- B. Análisis de aguas y sólidos**
 - B.1.** Filtración de muestras acuosas
 - B.2.** Determinación de color verdadero y color aparente en muestras acuosas
 - B.3.** Determinación de turbidez en muestras acuosas determinación de sólidos suspendidos totales en muestras acuosas
 - B.4.** Determinación de sólidos sedimentables en muestras acuosas
 - B.5.** Determinación de fósforo y nitrógeno –método Valderrama-
 - B.6.** Determinación de ortofosfatos en muestras acuosas
 - B.7.** Determinación de nitrógeno total en muestras acuosas
 - B.8.** Determinación de nitratos en muestras acuosas
 - B.9.** Determinación de nitritos en muestras acuosas
 - B.10.** Determinación de amonio en muestras acuosas
 - B.11.** Determinación de fósforo total en muestras acuosas
 - B.12.** Determinación de demanda química de oxígeno –DQO- rango alto en muestras acuosas
 - B.13.** Determinación de demanda química de oxígeno –DQO- rango bajo en muestras acuosas
 - B.14.** Determinación de demanda química de oxígeno 5 –DQO5- en muestras acuosas
- C. Microbiología**
 - C.1.** Microbiología en las aguas del lago
 - C.2.** Microbiología en las aguas residuales
 - C.3.** Microbiología en las aguas del río
 - C.4.** Microbiología en las aguas de agua potable
- D. Metales pesados**
 - D.1.** Digestión asistida por microondas para análisis por absorción atómica
 - D.2.** Determinación de arsénico total en digeridos
 - D.3.** Determinación de cadmio total en digeridos
 - D.4.** Determinación de cromo total en digeridos
 - D.5.** Determinación de cobre total en digeridos
 - D.6.** Determinación de hierro total en digeridos
 - D.7.** Determinación de níquel total en digeridos
 - D.8.** Determinación de cinc total en digeridos
 - D.9.** Determinación de plomo total en digeridos
- E. Análisis de contaminantes volátiles y semivolátiles**
- F. Biodiversidad**



Autoridad para el Manejo
**Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

- F.1. Colecta, transporte y preservación de macroinvertebrados
- F.2. Limpieza, separación, identificación taxonómica, control de calidad y almacenamiento de macroinvertebrados
- F.3. Procedimiento para la colecta de muestra de zooplancton para análisis cuantitativos y cualitativos
- F.4. Procedimiento para la identificación taxonómica, abundancias y conteos de organismos en muestras de zooplancton
- F.5. Extracción y cuantificación de clorofila y feofitina por medio de espectrofotometría.

9. PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

9.1 MONITOREO

9.1.1. RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

El siguiente procedimiento tiene como objeto establecer los lineamientos operativos para la recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras de agua.

B. Responsabilidad y autoridad

A.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de lo establecido en este procedimiento.

A.2. Personal técnico: Aplicar este procedimiento en la recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras de agua.

C. Método de análisis

C.1. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 1060. Colecta y preservación de muestras.

C.2. Acuerdo Ministerial Número 105-2008, Capítulo II: Toma de muestras de aguas residuales, aguas para reúso y lodos.

D. Documentos Relacionados

- | | |
|-----------------------------|--|
| D.1. FMT-AMSA-02-012 | Cadena de custodia |
| D.2. FMT-AMSA-02-013 | Registro de mediciones in situ para AG 236-2006 |
| D.3. FMT-AMSA-02-014 | Registro de mediciones in situ para Plantas de tratamiento |
| D.4. FMT-AMSA-02-015 | Registro de mediciones in situ para Ríos |
| D.5. FMT-AMSA-02-016 | Registro de mediciones in situ para Lago |

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1.** Agua desmineralizada
- E.1.2.** Alcohol 70%
- E.1.3.** Ácido nítrico de alta pureza (suprapuro o ultrapuro)
- E.1.4.** Ácido sulfúrico concentrado
- E.1.5.** Ácido clorhídrico concentrado
- E.1.6.** Solución de Lugol/Ácido acético

E.2. Materiales

- E.2.1.** Papel toalla
- E.2.2.** Recipientes para recolección de muestras
- E.2.3.** Punta de pipeta

- E.2.4. Hielo
- E.2.5. Pinzas metálicas
- E.2.6. Papel indicador de pH

E.3. Equipos

- E.3.1. Extensor
- E.3.2. Botella de Van Dorn
- E.3.3. Pipetas automáticas para medir volumen variable
- E.3.4. Hielera
- E.3.5. Pizetas con agua desmineralizada

E.4. Equipo de protección personal

- E.4.1. Guantes de látex o nitrilo
- E.4.2. Botas de hule
- E.4.3. Lentes de protección
- E.4.4. Traje de vadeo
- E.4.5. Salvavidas
- E.4.6. Bata
- E.4.7. Mascarilla

F. Condiciones ambientales requeridas

- F.1. Los muestreos deben realizarse bajo la observación continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional. Al desarrollarse en diversos tipos de ambientes exteriores, los técnicos de muestreo deben estar debidamente identificados como personal de AMSA, contar con equipo de protección personal (guantes, botas impermeables o traje de vadeo), si se realiza en lancha, se debe portar salvavidas.
- F.2. Anotar las condiciones medioambientales en el formato de campo, en particular temperatura ambiental, condiciones de nubosidad, intensidad y dirección del viento. Anotar la posición GPS del punto de monitoreo y altitud.
- F.3. Cuando se realice un monitoreo a cuerpos de agua abiertos, no deben tomarse las muestras si está lloviendo; ya que puede ser un factor que altere la muestra.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Identificación de los recipientes de muestreo: Colocar una etiqueta al frasco donde se puedan incluir el nombre del técnico, el nombre del sitio de captación, fecha, hora y número de identificación correlativa de la muestra.
2		Utilizar una lista de verificación para asegurar que se trasladará la totalidad del equipo y material necesario para el monitoreo.

G.2. Toma de muestra de acuerdo con el Sitio

G.2.1. Río:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Colocarse todo el equipo de protección personal previo a la toma de muestra.
2		En el sitio de muestreo, anotar el nombre del técnico, el nombre del sitio de captación, fecha, hora y número de identificación correlativa de la muestra en todos los recipientes a utilizar de acuerdo con el tipo de análisis
3		Identificar el sitio óptimo para la toma de muestra, en este caso sería la parte media del afluente o efluente.
4		Abrir el recipiente, recolectar la muestra contra corriente, sumergir el recipiente con la boca hacia abajo, de manera tal que no se recolecte cualquier material flotante que pueda alterar la calidad de la muestra (Ver figura del Anexo 9.1.1.2) y cerrar el recipiente. Realizar este procedimiento con cada uno de los recipientes de acuerdo al tipo de análisis (Ver Anexo 9.1.1.1)
Nota: Iniciar con la recolecta de la muestra por el recipiente para el análisis microbiológico, seguido de los demás recipientes. De no requerirse análisis de microbiología, el orden de los recipientes no afectará el resultado.		
5	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Si el agua es tomada desde un punto de difícil acceso, puede utilizarse el extensor con un frasco de polipropileno de un litro colocado en un extremo, lavar tres veces dicho frasco con el agua recolectada antes de la toma de la muestra analítica. Alternativamente puede utilizarse una cubeta de polipropileno limpia y debidamente enjuagada con el agua a recolectar (Ver figura del Anexo 9.1.1.3) .
6		Trasladar la muestra hacia la hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.

G.2.2. Planta de Tratamiento

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Colocarse todo el equipo de protección personal previo a la toma de muestra.
2		En el sitio de muestreo, anotar el nombre del técnico, el nombre del sitio de captación, fecha, hora y número de identificación correlativa de la muestra en todos los recipientes a utilizar de acuerdo con el tipo de análisis
3		Identificar el sitio óptimo para la toma de muestra, en éste caso sería el dispositivo de recolección de muestra de planta de tratamiento de aguas residuales ubicado en la entrada y en la salida.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
4	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Abrir el recipiente, recolectar la muestra contra corriente, sumergir el recipiente con la boca hacia abajo, de manera tal que no se recolecte cualquier material flotante que pueda alterar la calidad de la muestra (Ver figura del Anexo 9.1.1.2) y cerrar el recipiente. Realizar este procedimiento con cada uno de los recipientes de acuerdo al tipo de análisis (Ver Anexo 9.1.1.1)
Nota: Para efectos legales, es importante dar cumplimiento a lo descrito en el Acuerdo Ministerial 105-2008, donde se indica que al momento de la toma de muestra se deben obtener una muestra representativa, para lo cual es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:		
5	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Tomar la muestra en el centro del flujo de agua, donde exista una mayor velocidad de corriente y donde la sedimentación de sólidos sea menor; tomar esta consideración cuando aplique.
6		No captar muestras cuando exista la presencia de espuma.
7		Evitar muestrear la superficie o rapar el fondo de la corriente.
8		Unificar caudales para asegurar la uniformidad del efluente.
9		Asegurarse de que la muestra no se tome aguas arriba donde se acumulan sólidos o aguas abajo donde haya presencia de grasas y aceites.

G.2.2.1. MUESTRAS SIMPLES:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Abrir el recipiente, recolectar la muestra contra corriente para evitar cualquier alteración y cerrar el recipiente. Realizar éste procedimiento con cada uno de los recipientes de acuerdo al tipo de análisis (Ver Anexo 9.1.1.1) .
Nota: Iniciar con la recolecta de la muestra por el recipiente para el análisis microbiológico, seguido de los demás recipientes. De no requerirse análisis de microbiología, el orden de los recipientes no afectará el resultado.		
3	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Si el agua es tomada desde un punto de difícil acceso, puede utilizarse el extensor con un frasco de polipropileno de un litro colocado en un extremo, lavar tres veces dicho frasco con el agua recolectada antes de la toma de la muestra analítica. Alternativamente puede utilizarse una cubeta de polipropileno limpia y debidamente enjuagada con el agua a recolectar (Ver figura del Anexo 9.1.1.3) .
4		Trasladar la muestra hacia la hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.

G.2.2.2. MUESTRAS COMPUESTAS:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad	
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Las muestras compuestas no son apropiadas para los analitos que puedan degradarse durante la recolecta o durante el transporte (ejemplo: oxígeno disuelto, cloro residual, parámetros microbiológicos o grasas y aceites) o para las muestras que puedan contaminarse fácilmente y dar resultados falsamente positivos o falsamente negativos, en caso del análisis microbiológico.	
2		Inicialmente debe evaluarse el tiempo total de toma de muestras, usualmente de 24 horas, para dividir la toma de muestra por intervalos de tiempo. Esta selección de intervalos puede realizarse de acuerdo con el criterio del operador o de acuerdo al analito que desea analizarse y considerando que las alícuotas colectadas deben de ser de al menos 50 mililitros. Sin embargo, para fines legales en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Capítulo IV: Seguimiento y Evaluación en el Artículo 49, se menciona que el número de muestras simples requeridas para conformar una muestra debe basarse en el cuadro siguiente:	
Horas por día que opera la actividad que genera la descarga de aguas residuales		Número mínimo de muestras simples para conformar una muestra compuesta	Intervalo mínimo en horas entre toma de muestras simples
Menor que 8		2	2
De 8 a 12		3	3
Mayor que 12		4	3
4	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	El método de recolecta puede ser manual, para lo cual se debe abrir el recipiente, recolectar la muestra contra corriente para evitar cualquier alteración y cerrar el recipiente. Realizar este procedimiento con cada uno de los recipientes de acuerdo con el tipo de análisis (Ver Anexo 9.1.1.1). Trasladar la muestra hacia la hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.	
Nota: Iniciar con la recolecta de la muestra por el recipiente para el análisis microbiológico, seguido de los demás recipientes. De no requerirse análisis de microbiología, el orden de los recipientes no afectará el resultado.			

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
5	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Si el agua es tomada desde un punto de difícil acceso, puede utilizarse el extensor con un frasco de polipropileno de un litro colocado en un extremo, lavar tres veces dicho frasco con el agua recolectada antes de la toma de la muestra analítica. Alternativamente puede utilizarse una cubeta de polipropileno limpia y debidamente enjuagada con el agua a recolectar (Ver figura del Anexo 9.1.1.3). Trasladar la muestra hacia la hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.
6		Otro método aceptado es por medio de la ayuda de un automuestreador. Para los cuales debe considerarse lo siguiente: la línea de toma de muestra debe ser descontaminada o purgada entre muestras, las alícuotas deben conservarse protegidas de la luz y refrigeradas a temperatura $\leq 6^{\circ}\text{C}$, la velocidad de la toma de muestra no debe de exceder los 3 m/s y considerar que la presencia de materiales orgánicos pueda adherirse a la tubería del automuestreador, para lo cual será necesario reemplazar la tubería por una nueva. Para la programación del equipo, basarse en el manual del fabricante. Al finalizar la toma de la muestra, debe ser trasladada a una hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.

G.2.3. Lago

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Colocarse todo el equipo de protección personal previo a la toma de muestra.
2		En el sitio de muestreo, anotar el nombre del técnico, el nombre del sitio de captación, fecha, hora y número de identificación correlativa de la muestra en todos los recipientes a utilizar de acuerdo con el tipo de análisis.
3		Identificar el sitio óptimo para la toma de muestra, de acuerdo con los puntos específicos seleccionados.
4		Recolectar la muestra según el punto a muestrear; en este caso sería el Este centro a 0m, 10m y 20m; Bahía Playa de Oro a 0m y 5m; Río Villalobos a 0m; Oeste centro a 0m, 10 y 20m; y Río Michatoya a 0m.
5		Las muestras superficiales pueden colectarse de forma manual. Las muestras de profundidad se colectarán por medio de una Botella de Van Dorn.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
6	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Iniciar con la recolecta de la muestra para el análisis microbiológico y clorofila dichas muestras son recolectadas a 0m, seguido las muestras de fisicoquímico y metales las cuales son recolectadas según el punto, pueden ser a: 0m, 05m, 10m, 20m.
7		Las muestras de fitoplancton serán recolectadas de acuerdo con el procedimiento POE-AMSA-02-011.
8		Trasladar la muestra hacia la hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.

G.2.4. Agua Potable

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Colocarse todo el equipo de protección personal previo a la toma de muestra.
2		En el sitio de muestreo, anotar el nombre del técnico, el nombre del sitio de captación, fecha, hora y número de identificación correlativa de la muestra en todos los recipientes a utilizar de acuerdo con el tipo de análisis.
3		Recolectar la muestra según el punto a muestrear; en este caso sería la salida de una bomba o grifo.
4		Se deja correr el agua de 2 a 3 minutos previo al desinfectado del punto de recolección.
5		Luego desinfectar el área de la salida con alcohol, después flamear con encendedor.
6		Dejar correr el agua de nuevo de 2 a 3 minutos previo a la recolección de la muestra.
7		Trasladar la muestra hacia la hielera para evitar el contacto directo con el ambiente.

G.3. Toma de muestra de acuerdo con el tipo análisis

G.3.1. Microbiología

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Se debe utilizar un recipiente estéril, ya sea de vidrio o plástico y de al menos 100 mililitros de capacidad.
2		Abrir el frasco y llenarlo con el agua a recolectar, tapar el frasco ¡no enjuagar!

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Llenar el frasco hasta un centímetro abajo del borde superior
4		La muestra para análisis microbiológico solo se recolecta en aguas superficiales, sumergiendo el frasco.
5		Tener en cuenta que la muestra sea representativa de la condición puntual del cuerpo de agua o de la fuente del agua recolectada.

G.3.2. Fisicoquímica

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Se debe utilizar un frasco de plástico de boca ancha y de al menos 1 litro de capacidad.
2		Abrir el frasco y llenarlo hasta un tercio de su capacidad con el agua a recolectar, tapar el frasco, enjuagar y descartar.
3		Repetir este lavado tres veces.
4		En la cuarta ocasión, llenar el frasco hasta un centímetro abajo del borde superior.
5		Si el agua es superficial, sumergir el frasco.
6		Si el agua es tomada en profundidad, trasvasar directamente desde la botella de Van Dorn.
7		Tener en cuenta que la muestra sea representativa de la condición puntual del cuerpo de agua o de la fuente del agua recolectada.

G.3.3. Grasas y Aceites

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Se debe utilizar un frasco de plástico de boca ancha y de al menos 1 litro de capacidad.
2		Abrir el frasco y llenarlo con el agua a recolectar, tapar el frasco ¡no enjuagar!
3		Llenar el frasco hasta un centímetro abajo del borde superior
4		La muestra para análisis grasas y aceites solo se recolecta en efluentes de aguas residuales, como en salidas y entradas de plantas de tratamiento o puntos de descarga donde se desea evaluar dicho parámetro para el cumplimiento de una norma o acuerdo gubernativo. Se recolecta sumergiendo el frasco.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
5	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Tener en cuenta que la muestra sea representativa de la condición puntual del cuerpo de agua o de la fuente del agua recolectada.

G.3.4. Metales

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Se debe utilizar un frasco de plástico y de al menos 100 mililitros de capacidad.
2		Abrir el frasco y llenarlo hasta un tercio de su capacidad con el agua a recolectar, tapar el frasco, enjuagar y descartar.
3		Repetir este lavado tres veces.
4		En la cuarta ocasión, llenar el frasco hasta un centímetro abajo del borde superior.
5		Si el agua es superficial, sumergir el frasco.
6		Si el agua es tomada en profundidad, trasvasar directamente desde la botella de Van Dorn.
7		Tener en cuenta que la muestra sea representativa de la condición puntual del cuerpo de agua o de la fuente del agua recolectada.

G.3.5. Análisis de clorofila y feofitina

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Se debe utilizar un frasco de plástico opaco o protegido de la luz y de al menos 1 litro de capacidad.
2		Abrir el frasco y llenarlo hasta un tercio de su capacidad con el agua a recolectar, tapar el frasco, enjuagar y descartar.
3		Repetir este lavado tres veces.
4		En la cuarta ocasión, llenar el frasco hasta un centímetro abajo del borde superior.
5		Si el agua es superficial, sumergir el frasco.
6		Si el agua es tomada en profundidad, trasvasar directamente desde la botella de Van Dorn.
7		Tener en cuenta que la muestra sea representativa de la condición puntual del cuerpo de agua o de la fuente del agua recolectada.

G.4. Preservación de las muestras

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Abrir el recipiente de la muestra de agua, colocando el tapón boca arriba para evitar la contaminación de este.
2		Destapar cuidadosamente el preservante químico a agregar.
3		Utilizando una Pipeta, agregar el reactivo hasta completar la cantidad volumen necesario.
4		Cerrar firmemente el frasco del reactivo y el recipiente de la muestra.
5		Agitar la muestra, girándola a partir del tapón 180° hacia abajo y regresarla al punto inicial, repetir este movimiento 10 veces para asegurar una adecuada homogenización.
6		Verificar que el pH de la muestra haya llegado hasta el valor deseado.
7		Si el pH es inadecuado, repetir el paso 3 nuevamente, cerrar firmemente el recipiente de la muestra y anotar en la etiqueta el tipo de preservante utilizado.
8		Almacenar la muestra de agua en una hielera con hielo para el transporte al laboratorio.
9		Repetir todo el proceso de preservación para cada uno de los recipientes que necesitan preservación.
10		A partir del Anexo 11.1 verificar el tipo de preservante y recipiente a utilizar de acuerdo con el tipo de análisis que se realizará.

G.5. Transporte de las muestras acuosas

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Colocación de la muestra en la hielera.
2		Colocación del blanco de agua desmineraliza en hilera, para verificar la temperatura de ingreso de la muestra al laboratorio.
3		Acomodar el hielo sobre las muestras para garantizar la preservación en frío.
4		Mantener la cadena de frío a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ hasta llegar al laboratorio.
5		Traslado de la muestra de la estación de monitoreo en vehículo, hacia el laboratorio.
6		Verificación del blanco de las muestras recolectadas en el laboratorio, para asegurar que se mantuvo la cadena de frío.

G.6. Almacenamiento

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Almacenar las muestras en la refrigeradora correspondiente, a una temperatura $\leq 6^{\circ}\text{C}$.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	El recipiente donde está contenida la muestra no debe tener señales de ruptura, que pueda indicar la contaminación cruzada de la muestra, de no ser así, la muestra es rechazada.
2		La muestra no debe de exceder un tiempo de 24 horas, desde la toma de muestra hasta la llegada al laboratorio, de no ser así, la muestra es rechazada.
3		El recipiente debe estar correctamente identificado y sin tachones o sobre escritura en la información de la etiqueta, de no ser así, la muestra es rechazada.
4		Al momento del arribo al laboratorio, las muestras deben estar en un rango de temperatura de $\leq 6^{\circ}\text{C}$.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	La toma de muestra deberá reportarse a partir del formato FMT-AMSA-02-012 Cadena de custodia

Anexo 9.1.1.1

*Tipo de recipiente, método de preservación y tiempo recomendado de retención (días)
de muestras para cada parámetro evaluado en el Laboratorio.*

Parámetro	Tipo de recipiente	Tipo de muestra	Vol. mínimo de muestra (mL)	Preservación física	Preservación química	Tiempo máximo de almacenamiento (días)
Amonio	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	500	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ pH} \leq 2$	28
Cianuro total	Plástico o Vidrio enjuagado con ácido	simple o compuesta	50	$\leq 6^{\circ}\text{C}$ y oscuridad	$\text{NaOH pH} \geq 12$	1
Cloro residual	Plástico o Vidrio	simple	500	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	0.2
Clorofila	Plástico o Vidrio	simple	500	Sin filtrar $\leq 6^{\circ}\text{C}$, oscuridad. En filtro -20°C , oscuridad	No requiere	2
Cloruros	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	50	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	28
Coliformes Fecales	Plástico, Vidrio o Bolsa Whirlpack Estéril	simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	Eliminación cloro agregar 0.1mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 10%	1
Coliformes totales	Plástico, Vidrio o Bolsa Whirlpack Estéril	simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	Eliminación cloro agregar 0.1mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 10%	1
Color	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	500	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	2
Compuestos orgánicos (ej. Pesticidas)	Vidrio ámbar	simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	2
Compuestos orgánicos extraídos (ej. Pesticidas)	Tubo de extracción	N/A	N/A	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	40
Conductividad	Plástico	in situ o simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	1

Parámetro	Tipo recipiente de	Tipo muestra de	Vol. mínimo de muestra (mL)	Preservación física	Preservación química	Tiempo máximo de almacenamiento (días)
Cromo hexavalente	Plástico o Vidrio enjuagado con ácido	simple o compuesta	50	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	28
Demanda bioquímica del oxígeno	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	1000	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	2
Demanda química del oxígeno	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	H_2SO_4 pH ≤ 2	28
Dureza	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	HNO_3 ó H_2SO_4 pH ≤ 2	180
Escherichia coli	Plástico, Vidrio o Bolsa Whirlpack Estéril	simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	Eliminación cloro agregar 0.1mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 10%	1
Feofitina	Plástico o Vidrio	simple	500	Sin filtrar $\leq 6^{\circ}\text{C}$, oscuridad. En filtro -20°C , oscuridad	No requiere	2
Fitoplancton	Plástico o Vidrio	simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$ y oscuridad	Solución de Lugol hasta llegar a una concentración de 3-7%	28
Fosfatos	Vidrio enjuagado con ácido	simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	2
Fósforo total	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	H_2SO_4 pH ≤ 2	28
Grasas y aceites	Vidrio boca ancha	simple	1000	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	H_2SO_4 o HCl pH ≤ 2	28
Macroinvertebrados bénticos acuáticos	Plástico	simple	N/A	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	Alcohol etílico $\geq 95\%$ hasta alcanzar una concentración de 70-80%	28

Parámetro	Tipo de recipiente	Tipo de muestra	Vol. mínimo de muestra (mL)	Preservación física	Preservación química	Tiempo máximo de almacenamiento (días)
Mercurio total	Plástico o Vidrio enjuagado con ácido	simple o compuesta	40	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	$\text{HNO}_3 \text{ pH} \leq 2$	28
Metales	Plástico o Vidrio enjuagado con ácido	simple o compuesta	40	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	$\text{HNO}_3 \text{ pH} \leq 2$	180
Microcystinas Disueltas	Vidrio	simple	500	$\leq 6^{\circ}\text{C}$, oscuridad	No requiere	1
Microcystinas Totales	Vidrio	simple	500	-20°C , oscuridad	No requiere	28
Nitratos	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	2
Nitritos	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	3
Nitrógeno total	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ pH} \leq 2$	28
Olor	Vidrio	simple	500	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	1
Oxígeno disuelto	Plástico o Vidrio	<i>in situ</i>	100	Analizar inmediatamente	No requiere	0
pH	Plástico o Vidrio	<i>in situ</i> simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	1
Salinidad	Vidrio	<i>in situ</i> simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	1
Sedimento o Lodo	Plástico o Vidrio	simple	100 gramos	$\leq 6^{\circ}\text{C}$, oscuridad	No requiere	1
Sólidos disueltos	Plástico o Vidrio	<i>in situ</i> simple	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	1
Sólidos sedimentables	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	1000	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	7
Sólidos suspendidos	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	200	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	7
Sólidos totales	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	200	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	7
Sulfatos	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	50	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	28

Parámetro	Tipo recipiente	de Tipo muestra de	Vol. mínimo de muestra (mL)	Preservación física	Preservación química	Tiempo máximo de almacenamiento (días)
Temperatura	Plástico o Vidrio	<i>in situ</i>	100	Analizar inmediatamente	No requiere	0
Tensioactivos aniónicos	Plástico o Vidrio	simple	50	$\leq 6^{\circ}\text{C}$	No requiere	1
Turbidez	Plástico o Vidrio	simple o compuesta	100	$\leq 6^{\circ}\text{C}$, oscuridad	No requiere	2

Anexo 9.1.1.2

Colecta de muestras de forma manual.



Fuente: EPA Guidelines, 2007.

Anexo 9.1.1.3

Colecta de muestras con ayuda de un extensor.



Fuente: EPA Guidelines, 2007.



9.1.2. ESTIMACIÓN DE CAUDAL Y MÉTODOS DE AFOR

A. Objetivo

Describir los procedimientos para realizar la estimación de caudal y aforo de fuentes hídricas utilizando los métodos de sección – velocidad y volumétrico.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente protocolo.

B.2. Personal técnico: Aplicar los procedimientos en campo establecidos en el presente protocolo.

C. Método de análisis

Método de aforo por sección – velocidad y volumétrico.

D. Documentos Relacionados

- | | |
|----------------------|--|
| D.1. FMT-AMSA-02-013 | Registro de mediciones in situ para AG 236-2006 |
| D.2. FMT-AMSA-02-014 | Registro de mediciones in situ para Plantas de tratamiento |
| D.3. FMT-AMSA-02-015 | Registro de mediciones in situ para Ríos |
| D.4. FMT-AMSA-02-016 | Registro de mediciones in situ para Lago |

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Alcohol al 70%.

E.2. Materiales

E.2.1. Cubetas de volumen conocido.

E.2.2. Cinta métrica.

E.2.3. Cuerda.

E.2.4. Varilla de medición en centímetros.

E.2.5. Libreta y formatos para la recolección de datos en campo.

E.3. Equipos

E.3.1. Medidor de velocidad de flujo (molinete, medidor de flujo o flotador)

E.3.2. Cronómetro.

E.3.3. Receptor GPS.

E.3.4. Cámara fotográfica.

E.3.5. Vehículo para el traslado del equipo y personal de medición.

E.4. Equipo de protección personal

E.4.1. Traje de vadeo o botas de hule.

E.4.2. Guantes.

E.4.3. Mascarillas.

E.4.4. Lentes.

F. Condiciones ambientales requeridas

- F.1.** Previo y durante las mediciones para la estimación del caudal se debe prever que el flujo a medir no ponga en riesgo la seguridad e integridad de los aforadores.
- F.2.** Tomar en cuenta que pueden existir incrementos repentinos de caudal generados por la precipitación pluvial y alta escorrentía dentro de la cuenca en un momento dado.
- F.3.** Para cauces con caudales crecidos, evitar el método de estimación por vadeo.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Para escorrentías superficiales es necesario preestablecer los puntos de aforo dentro de la microcuenca, seleccionados bajo criterios de fácil accesibilidad, representatividad y seguridad del aforador.
2		En efluentes de actividades antropogénicas coordinar los permisos necesarios para el ingreso y acompañamiento a las instalaciones donde se encuentren los dispositivos para medición de caudal.
3		Ubicación física del flujo a aforar.
4		Ubicación de un tramo donde el flujo presente la mayor uniformidad posible, sin presencia de obstáculos y turbulencias.
5		Tomar la lectura de las coordenadas de ubicación geográfica del punto de aforo mediante el GPS receptor.
6		Recolección de datos ambientales observados al momento de la estimación del caudal, correspondientes a la presencia de nubosidad, sol, lluvia y viento.

G.2. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Corroboración de la lista del material y equipo necesario para la estimación.
2		Colocación del equipo de protección personal.

G.3. Mediciones para calcular la sección transversal del flujo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad																								
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Fijar la cuerda de referencia a lo ancho del cauce, por encima del nivel del agua y perpendicular al flujo.																								
2		Medir la sección mojada referente al ancho del flujo con la cinta métrica.																								
3		Dividir en secciones según el ancho del flujo, conforme a la siguiente tabla: Tabla No. 1. Espaciamientos de sondeos según el ancho del cauce <table><tr><th colspan="2">Ancho del cauce (m)</th><th>Espaciamiento (m)</th></tr><tr><td>0.00</td><td>1.00</td><td>0.20</td></tr><tr><td>1.00</td><td>2.00</td><td>0.25</td></tr><tr><td>2.00</td><td>4.00</td><td>0.50</td></tr><tr><td>4.00</td><td>8.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>8.00</td><td>15.00</td><td>1.50</td></tr><tr><td>15.00</td><td>25.00</td><td>3.00</td></tr><tr><td>25.00</td><td>50.00</td><td>3.00</td></tr></table> (Fuente: Herrera, 2004).	Ancho del cauce (m)		Espaciamiento (m)	0.00	1.00	0.20	1.00	2.00	0.25	2.00	4.00	0.50	4.00	8.00	1.00	8.00	15.00	1.50	15.00	25.00	3.00	25.00	50.00	3.00
Ancho del cauce (m)		Espaciamiento (m)																								
0.00		1.00	0.20																							
1.00	2.00	0.25																								
2.00	4.00	0.50																								
4.00	8.00	1.00																								
8.00	15.00	1.50																								
15.00	25.00	3.00																								
25.00	50.00	3.00																								
4	Medir la profundidad al inicio y al final de cada sección, por medio de la varilla.																									
5	Los datos colectados deben ser apuntados en las hojas, formato o libreta de campo.																									

G.3.1. Medición de la velocidad del flujo

Molinete

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad						
1	Técnico hidrometrísta para monitoreo de agua	Los espaciamientos recomendados para tomar mediciones con el molinete de acuerdo con el ancho del flujo se encuentran en la tabla siguiente: Tabla No. 2. Espaciamientos recomendados de acuerdo con el ancho del flujo <table><tr><th>Ancho del flujo (m)</th><th>Espaciamiento (m)</th></tr><tr><td><1.2</td><td>0.1</td></tr><tr><td>1.2 – 3</td><td>0.2</td></tr></table>	Ancho del flujo (m)	Espaciamiento (m)	<1.2	0.1	1.2 – 3	0.2
Ancho del flujo (m)	Espaciamiento (m)							
<1.2	0.1							
1.2 – 3	0.2							

		3 – 5	0.3
		5 – 8	0.4
		8 – 12	0.5
		12 – 18	0.8
		18 – 25	1.0
		25 – 35	1.5
		35 – 50	2.0
		50 – 70	3.0
		70 – 100	4.0
		> 100	5.0
1.1		<i>Método 6/10:</i> En profundidades < 0.6 m colocar el molinete a 6/10 de la profundidad (0.6 H), a partir de la superficie del agua hacia abajo, tomando la lectura de las revoluciones en un tiempo conocido, en cada uno de los espaciamientos recomendados.	
1.2		<i>Método 2/10 y 8/10:</i> En profundidades > 0.6 m se debe colocar el molinete a 2/10 (0.2 H) y a 8/10 (0.8 H), a partir de la superficie del agua, para tomar dos lecturas de las revoluciones en tiempos conocidos, sobre la vertical de cada espaciamiento recomendado. El promedio de las dos velocidades será la velocidad media en esta vertical.	

G.3.2. Flotador:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Escoger un tramo de aforo recto, libre de obstáculos cuya longitud no sea menor a seis veces el ancho del flujo.
2		Calcular las áreas de las tres secciones transversales al principio, al medio y al final del tramo, siguiendo las instrucciones dadas anteriormente para medir secciones transversales en cauces.
3		Posteriormente dividir en secciones el ancho del flujo para soltar el flotador al inicio de cada sección del tramo de aforo recto.
4		Tomar el tiempo en que el flotador recorre todo el tramo de aforo en cada una de las secciones.

G.3.3. Medición por método volumétrico:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Estimar que cubeta se utilizará para la medición; esta debe llenarse por el flujo en un tiempo superior a los 20 segundos, para disminuir el error.
2		Si es necesario, atar la cuerda a la cubeta para alcanzar el flujo a medir.
3		El flujo debe entrar completamente dentro de la cubeta o recipiente.
4		Tomar el tiempo de llenado de la cubeta o recipiente por el flujo. El volumen de llenado debe ser conocido. Repetir esta acción 10 veces.
5		Aplicar la fórmula siguiente para estimar la variación en los datos de tiempo colectados: $Variación = 100 - \left(\frac{T_{min} \times 100}{T_{max}} \right)$
6		Si el resultado en la variación es mayor a 10, la medición es poco confiable y se recomienda repetir la medición. La variación puede estar influenciada por fluctuaciones en el flujo, no solamente por una mala medición. Si la variación es menor a 10, la medición es confiable.
7		Todos los datos colectados deben se apuntados en las hojas, formato o libreta de campo.

G.3.4. Cálculo del área de la sección transversal en gabinete:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Para calcular el área de la sección transversal en un punto, utilizamos la profundidad promedio y el ancho de cada una de las secciones para determinar las áreas que conforman toda la sección transversal.
2		La suma de todas las áreas nos da como resultado el área total de la sección trasversal del flujo en ese punto.
3		Para calcular la sección trasversal media de un tramo, promediamos las tres secciones trasversales medidas al principio, al medio y al final del tramo.

G.3.5. Cálculo de la velocidad media del flujo en gabinete:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Para calcular la velocidad media del flujo medido con el molinete se debe utilizar la constante específica del equipo, utilizando las revoluciones y el tiempo de lectura.
2		El promedio de las velocidades resultantes en cada uno de los espaciamentos transversales da como resultado la velocidad media del flujo.
3		Para calcular la velocidad media del flujo medida con el flotador, utilizamos el tiempo en que el flotador recorre el tramo de longitud conocida, siendo la velocidad el cociente de la distancia recorrida entre el tiempo utilizado en cada uno de los espaciamentos.
4		El promedio de las velocidades calculadas da como resultado la velocidad media del flujo. Al utilizar flotadores de superficie se aplica la constante de pérdida con un valor aproximado de 0.90.

G.3.6. Calculo del caudal en gabinete:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Utilizando el método de sección - velocidad, el producto de la multiplicación del área de la sección transversal por la velocidad media del flujo da como resultado el caudal.
2		Utilizando el método volumétrico, el cociente del volumen del recipiente utilizado entre el tiempo de llenado da como resultado el caudal.

H. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta:

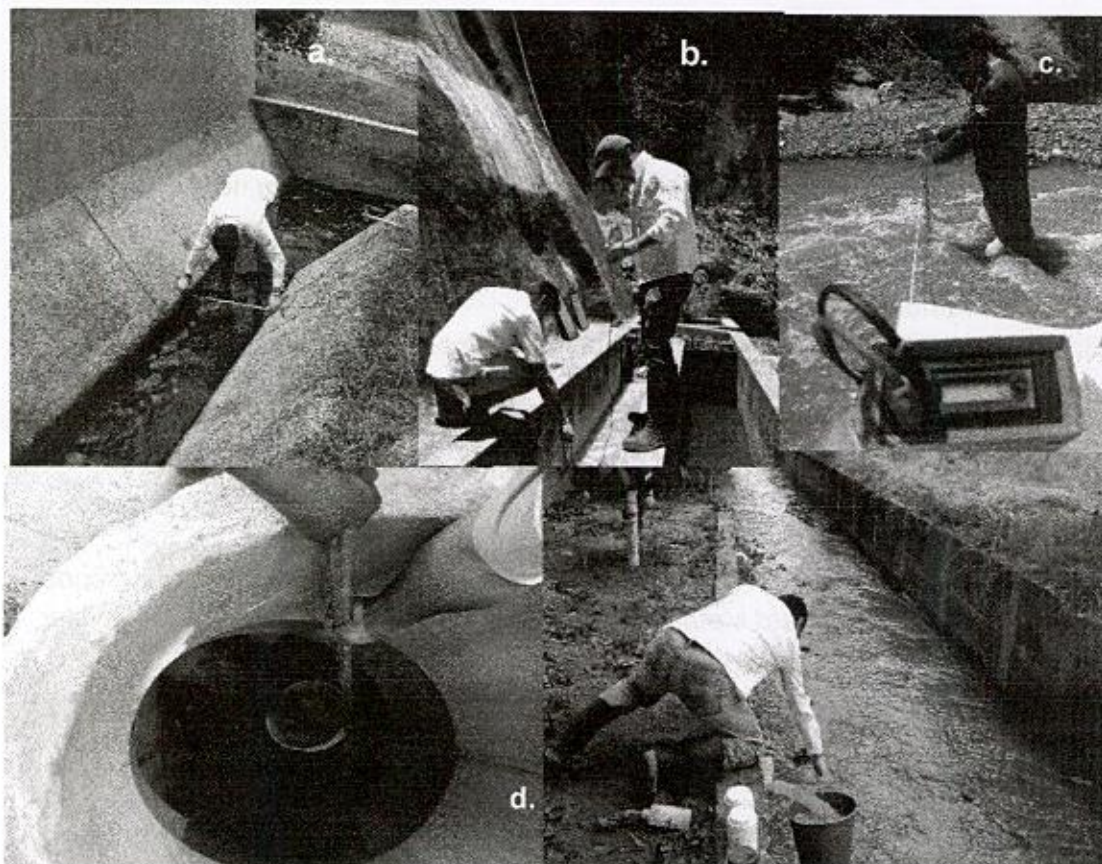
Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Técnico hidrometrista para monitoreo de agua	Utilizar hojas, formatos o libreta de campo.
2		Las áreas que conforman la sección transversal deben estar graficadas en papel milimetrado o bien utilizando programas de cómputo para el caso.
3		Se utilizarán las dimensionales de L/s.

NOTA: Considerar incertidumbre o procedimiento para estimar la fuente de erros:

- Existencia de error humano.
- Falta o mala calibración del equipo.
- Lugar inadecuado de medición.
- Flujos inaccesibles.

Anexo 9.1.2.1

Medición de la velocidad del flujo



- a. Medición de la sección transversal de un canal
- b. Medición de velocidad del flujo con molinete
- c. Medición de revolución con molinete
- d. Estimación del caudal por método volumétrico.

9.2 ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS

9.2.1. FISICOQUÍMICA

9.2.1.1. FILTRACIÓN DE MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo la filtración de muestras de aguas naturales, potables y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la filtración de muestras acuosas

C. Método de análisis

Determinación de color 2120 C. Método espectrofotométrico de longitud de onda simple a 420 nm. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23 Ed.), 2017.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008	Lavado de cristalería
D.2. POE-AMSA-03-003	Determinación de color verdadero y color aparente en muestras acuosas
D.3. POE-AMSA-03-008	Determinación de ortofosfatos en muestras acuosas
D.4. POE-AMSA-03-009	Determinación de nitrógeno de nitrato en muestras acuosas
D.5. POE-AMSA-03-010	Determinación de nitrógeno de nitritos
D.6. POE-AMSA-03-011	Determinación de nitrógeno de amonio
D.7. POE-AMSA-03-015	Determinación de Cianuro
D.8. POE-AMSA-03-016	Determinación de Cromo hexavalente

E. Material y Equipo

E.1. Materiales

- E.1.1. Embudo de polifenilsulfona con imán de 47 mm de diámetro
- E.1.2. Erlenmeyer con una capacidad de volumen suficiente (500 ml o 1 litro)
- E.1.3. Filtros de fibra de vidrio de 45 mm de diámetro de especificación 934 AH.
- E.1.4. Filtros de nitrocelulosa de poro 0.45 μm y 45 mm de diámetro.
- E.1.5. Kitasato con una capacidad de volumen suficiente (500 ml)
- E.1.6. Pinzas de punta plana sin dientes
- E.1.7. Pizetas con agua suprapura.

E.1.8. Probetas de 50, 100 y 250 ml de capacidad.

E.1.9. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.1.10. Sistema de filtración (bomba de vacío) para filtros de 45 mm de diámetro

E.2. Equipos

E.2.1. Bomba de vacío

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Bata

E.3.2. Guantes de nitrilo.

E.3.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas.

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio esta debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Filtrado de muestras con poco material suspendido.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Armar el sistema de filtración utilizando la bomba de vacío, kitasato, vaso y embudo con imán de filtración de 47 mm de diámetro.
2		Utilizando las pinzas, colocar el filtro de nitrocelulosa de 0.45 µm con pinzas en el sistema de filtración.
3		Medir el volumen requerido en una probeta.
4		Encender la bomba de vacío hasta que se haya filtrado toda la muestra y apagar la bomba de vacío.
5		Trasvasar a un erlenmeyer limpio y etiquetar con el número de identificación de la muestra; o bien, puede utilizarse el kitasato que se utilizó para la filtración, siempre y cuando se etiquete con el número de identificación de la muestra.

G.2. Filtrado de muestras con abundante material suspendido.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Utilizar un filtro de fibra de vidrio de 45 mm categoría 934 AH para utilizarlo como prefiltro.
2		Armar el sistema de filtración utilizando la bomba de vacío, kitasato, vaso y embudo con imán de filtración de 47 mm de diámetro.
3		Utilizando las pinzas, colocar el filtro de fibra de vidrio en el sistema de filtración.

9.2.1.2. DETERMINACIÓN DE COLOR VERDADERO Y COLOR APARENTE EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de color verdadero y aparente mediante el método espectrofotométrico en aguas naturales, potables y residuales.

B. Método de análisis

Determinación de color 2120 C. Método espectrofotométrico a una longitud de onda (420 nm). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23 Ed.), 2017.

C. Responsabilidad y autoridad

C.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de color verdadero y color aparente en muestras acuosas.

D. Documentos Relacionados

- | | |
|----------------------|--|
| D.1. POE-AMSA-02-008 | Lavado de cristalería. |
| D.2. FMT-AMSA-02-003 | Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA. |
| D.3. POE-AMSA-03-002 | Filtración de muestras. |

E. Material y Equipo

E.1. Materiales

- E.1.1. Papel absorbente.
- E.1.2. Papel limpiantes.
- E.1.3. Pizetas con agua suprapura.
- E.1.4. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.2. Equipos

- E.2.1. Equipo portátil HACH DR 900
- E.2.2. Celdas de tipo cilíndricas para equipo HACH DR 900

E.3. Equipo de protección personal

- E.3.1. Bata.
- E.3.2. Guantes de nitrilo.
- E.3.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas.

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio esta debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Filtrado de muestras para la determinación del color verdadero.

G.1.1.1. Seguir las instrucciones del procedimiento POE-AMSA-03-002 Filtración de muestras acuosas. (Ver incisos G1 – G3 descritos en el numeral 9.2.1.1)

G.1.2. Preparación de celdas de medición

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Lavar 3 veces con agua suprapura.
2		Dejar secar sobre papel absorbente.
3		Previo a su uso, secar las paredes externas con un papel grado limpia vidrios.

G.2. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Seleccionar el método de color a 420 nm. En el equipo HACH DR 900. El método es el número 122.
2		Se debe de ajustar el fotómetro en cero antes de realizar la medición.
3		Agregar una porción de 10 ml a la celda cilíndrica y limpiar con el papel grado limpia vidrios.
4		Ingresar la cubeta a utilizar limpia, conteniendo agua el suprapura y seleccionar el cero en el centro del equipo. Esperar el mensaje que indique el ajuste de cero.

G.3. Procedimiento para la determinación del color aparente con baja carga contaminante.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Llenar una celda limpia hasta la marca de 10 ml, con la muestra homogenizada y sin filtrar, e introducirla en el equipo HACH DR 900.
2		De acuerdo con el equipo utilizado, seleccionar el código del método para la medición de color y anotar el resultado en unidades Pt/Co.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3		Si se tienen otras muestras, descartar la muestra evaluada y lavar la cubeta tres veces con agua suprapura, secar la cubeta y repetir el procedimiento anterior.

G.4. Procedimiento para la determinación del color aparente con alta carga contaminante.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Realizar diluciones: Estas diluciones van a depender de la carga contaminante y del alcance del equipo.
Nota: El equipo HACH DR 900 tiene un límite de medición de 500 unidades Pt/Co.		
2	Especialista en análisis de calidad de agua	Realizar diluciones considerando la carga contaminante y del alcance del equipo. Ejemplo para realizar una dilución 1:10 Homogenizar la muestra. En un recipiente limpio agregue 1 mililitro de la muestra y 9 ml de agua suprapura. Agite para homogenizar Las diluciones utilizadas son de 1:2, 1:4, 1:5 y 1:10.
3		
4		De acuerdo con el equipo utilizado, seleccionar el código del método para la medición de color.
5		Anotar el resultado en unidades Pt/Co y multiplicarlo por el factor de dilución.
Nota: Si al utilizar la dilución 1:10, se obtiene una lectura mayor al límite superior que puede reportar el equipo, puede realizar otras diluciones, de manera que se pueda obtener un resultado numérico.		

G.5. Procedimiento para la determinación del color verdadero.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Llenar una celda limpia hasta la marca, con la muestra filtrada e introducirla en el lector.
2		De acuerdo con el equipo utilizado, seleccionar el código del método para la medición de color y anotar el resultado en unidades Pt/Co.
3		Si se tienen otras muestras, descartar la muestra evaluada y lavar la cubeta tres veces con agua desmineralizada.
Nota: Se deben de utilizar diferentes kitsatos para filtrar las demás muestras.		

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para la aprobación de los resultados se necesita la correcta realización del ajuste de cero para la cubeta cilíndrica del equipo HACH DR 900.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Si la muestra se lee de forma directa, únicamente se anota el resultado del fotómetro en unidades Pt/Co.
2		Si se realizó factor de dilución se anota el resultado del fotómetro y se multiplica por el factor de dilución. Se expresa en unidades Pt/Co.
3		Los resultados obtenidos deben reportarse en el formato FMT-AMSA-02-003. Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA, que corresponda a la muestra analizada.

9.2.1.3. DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de la turbidez por medio del fotómetro en aguas naturales, potables y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de turbidez en muestras acuosas

C. Método de análisis

Método de medición de turbidez 2130 C, a una longitud de onda de 550 nm. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 Ed.)*, 2017.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Materiales

E.1.1. Celdas de vidrio o cuarzo de acuerdo a las necesidades del equipo

E.1.2. Papel absorbente

E.1.3. Papel limpiante

E.1.4. Pizetas con agua suprapura.

E.1.5. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.1.6. Pipetas automáticas de 10 ml.

E.1.7. Puntas

E.2. Equipos

E.2.1. turbidímetro HACH 2100 Q

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Bata

E.3.2. Guantes de nitrilo.

E.3.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas.

F.1. Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio esta debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Preparación de celdas de medición

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Lavar 3 veces con agua suprapura.
2		Dejar secar sobre papel absorbente.
3		Previo a su uso, secar las paredes externas con un papel grado limpia vidrios.

G.2. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	El turbidímetro HACH 2100 Q no necesita cero o blanco de muestra, sin embargo, se debe de medir una lectura de agua desmineralizada para evidenciar su correcto funcionamiento.
2		Agregar una porción de agua desmineralizada de 15 ml o hasta la marca de medición de la celda.
3		Ingresa la cubeta a utilizar conteniendo agua suprapura y cerrar la tapadera (si no se cierra la tapadera del equipo este no procederá a la lectura).
4		Seleccionar medir y esperar el mensaje que indique el resultado. El resultado debe de ser cercano a cero ya que es una medida de agua desmineralizada. Por lo general se encuentra debajo de 0.10 NTU.

G.3. Procedimiento para la determinación de Turbidez con baja carga contaminante.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Encender el turbidímetro HACH 2100 Q.
2		Homogenizar la muestra.
3		Llenar una celda limpia hasta la marca, con la muestra homogenizada y sin filtrar . Limpiar el cristal con papel grado limpia cristales, introducir y cerrar la tapadera.
4		Leer la muestra, esperar que estabilice y anotar el resultado en NTU.

G.4. Procedimiento para la determinación de turbidez con alta carga contaminante.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Se trabaja mediante diluciones. Estas diluciones van a depender de la carga contaminante y del alcance del equipo.
Nota: El turbidímetro HACH 2100 Q tiene un límite de medición de 800 NTU.		
2	Especialista en análisis de calidad de agua	Realizar dilución 1:2 y 1:4 según sea el requerimiento Procedimiento para realizar una dilución 1:2: Homogenizar la muestra. En la celda de medición se deben de agregar 7 ml de la muestra y 7 ml de agua suprapura. Agite para homogenizar.
3		Limpiar la celda con papel grado limpia lentes e introducir al turbidímetro. Se debe de cerrar la tapadera.
4		Leer la muestra y anotar el resultado en NTU.
Nota: Si al utilizar la dilución 1:2, se obtiene una lectura mayor al límite superior que puede reportar el equipo, puede realizar otras diluciones, de manera que se pueda obtener algún resultado numérico.		

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para la aprobación de los resultados se necesita la correcta calibración mensual del equipo y verificar el funcionamiento mediante el uso del control 10 NTU y un blanco con agua desmineralizada.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Si la muestra se lee de forma directa, únicamente se anota el resultado del fotómetro en NTU.
2		Si se realizó factor de dilución se anota el resultado del fotómetro y se multiplica por el factor de dilución. Se expresa en unidades UNT.
3		Los resultados obtenidos deben reportarse en el formato FMT-AMSA-02-003. Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA, que corresponda a la muestra analizada.



9.2.1.4. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de sólidos suspendidos totales por el método gravimétrico y secado a una temperatura de 103-105 °C en un cuerpo de agua natural, potable y residual

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de sólidos suspendidos totales en muestras acuosas

C. Método de análisis

Método gravimétrico para la Determinación de sólidos suspendidos totales secados a una temperatura de 103-105 °C, 2540 D. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 Ed.), 2017.*

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Materiales

E.1.1. Embudo de polifenilsulfona con imán de 47 mm de diametro

E.1.2. Filtros de fibra de vidrio de 45 mm Whatman codificación 934 AH.

E.1.3. Kitasato de 500 ml

E.1.4. Pinzas de punta plana

E.1.5. Pizetas con agua suprapura.

E.1.6. Probetas graduadas de 250, 100 y 50 ml de capacidad.

E.1.7. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.1.8. Recipientes plásticos para lavado de cristalería.

E.1.9. Vidrio de reloj grandes o pequeños

E.2. Equipos

E.2.1. Bomba de vacío o sistema de filtración de vacío

E.2.2. Desecador conteniendo un agente desecante, preferiblemente con indicador de color para humedad (silica con indicador).

E.2.3. Horno que pueda operar a temperaturas de 103-105 °C.

E.2.4. Indicador de temperatura y humedad para colocar dentro del desecador.

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Bata

E.3.2. Guantes de nitrilo.

E.3.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas:

Dsecador conteniendo un porcentaje de humedad menor a 10 %.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los filtros a utilizar deben de estar por lo menos 24 horas dentro de la desecadora.

G.2. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Verificación de la calibración y correcto funcionamiento de la balanza analítica.
2		Control de humedad adecuado de la desecadora para el correcto pesaje de los filtros.
3		Precalentar el horno a 103 - 105 °C.

G.3. Procedimiento para determinación de solidos suspendidos totales secados a 103 a 105 °C.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Encender la balanza y esperar a que estabilice.
2		Retirar de la desecadora los filtros con una pinza y colocarlos en un vidrio de reloj etiquetado con el número de identificación de la muestra.
3		Tarar la balanza y colocar el filtro. Esperar a que estabilice.
4		Anotar el resultado como peso inicial del filtro en miligramos.
5		Armar el sistema de filtración (bomba de vacío, kitasato y embudo de polifenilsulfona con imán).
6		Colocar el filtro en el sistema.
7		Medir y anotar el volumen requerido en una probeta.
8	Especialista en análisis de calidad de agua	Encender el sistema de vacío y filtrar la muestra.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
Si son aguas naturales o de otra procedencia con baja carga contaminante se recomienda filtrar 200 ml. Si son aguas con alta carga contaminante se recomienda utilizar 100, 50 o 25 ml según sea el caso.		
Cuidado. No saturar el filtro con la muestra.		
9	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar embudo con el filtro de la muestra en otro kitasato (identificar como kitasato de lavado) y hacer pasar por el filtro de la muestra 30 ml de agua desmineralizada en porciones de 10 ml. Esto se realiza para eliminar del filtro los sólidos que no son suspendidos.
10		Colocar el filtro tomándolo con la pinza en el vidrio de reloj. Con el horno precalentado a 103 - 105 °C introducir los filtros durante 1 hora.
11		Retirar los filtros con una pinza e introducirlos a la desecadora, de manera que se enfrien y lleguen a temperatura ambiente, sin ganar peso por la humedad ambiental.
12		Pesar el filtro a temperatura ambiente y anotar el resultado en mg.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para la aprobación de los resultados se requiere la verificación de la calibración de la balanza y el correcto funcionamiento del horno y el desecador.
2		Para el rechazo de los resultados se identifica la incorrecta toma de muestras, así como el almacenaje prolongado de las mismas (mayor a 7 días).

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para el cálculo de la concentración de sólidos suspendidos totales se debe utilizar la siguiente fórmula: $\text{SST en mg/L} = \frac{(\text{Pf} - \text{Pi}) * 1000}{V}$ Donde: Pf: Peso del filtro con la muestra, expresado en mg. Pi: Peso del filtro sin la muestra, expresado en mg. V: Volumen de la muestra filtrada, expresado en mL



9.2.1.5. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de sólidos sedimentables por medio de conos Imhoff en aguas naturales y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de sólidos sedimentables en muestras acuosas

C. Método de análisis

Determinación de sólidos sedimentables, 2540 F. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23 Ed.), 2017.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Materiales

E.1.1. Papel absorbente.

E.1.2. Pizetas con agua suprapura.

E.1.3. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.1.4. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.2. Equipos

E.2.1. Cono Imhoff graduado de 1 L de capacidad

E.2.2. Cronometro

E.2.3. Gradilla para cono Imhoff.

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Bata

E.3.2. Guantes de nitrilo.

E.3.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Procedimiento para determinación de sólidos sedimentables.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Homogenizar la muestra por medio de agitación.
2		Verter en cono Imhoff 1000 ml de la muestra homogenizada.
3		Dejar sedimentar durante 45 minutos.
4		A los 45 minutos raspar las paredes del cono con una varilla de agitación o con una pipeta de vidrio para desprender las partículas adheridas.
5		Dejar sedimentar 15 minutos más.
6		Leer el volumen del sedimento a escala a los 60 minutos de iniciado el ensayo.

H. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los resultados se expresan en ml de sólidos sedimentables sobre 1 litro de muestra a los 60 minutos.

9.2.1.6. DETERMINACIÓN DE FÓSFORO Y NITRÓGENO –MÉTODO VALDERRAMA-

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo la digestión de aguas naturales, potables y residuales, por medio de la oxidación con persulfato de potasio, para el posterior análisis de nitrógeno y fósforo totales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la digestión de muestras acuosas que desean someterse a un posterior análisis de nitrógeno y fósforo totales.

C. Método de análisis

C.1. The simultaneous analysis or total nitrogen a total phosphorus in natural waters. Valderrama J. C., 1981. **De la obra original en inglés.**

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008	Lavado de cristalería
D.2. FMT-AMSA-02-003	Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA
D.3. POE-AMSA-03-007	Determinación de ortofosfatos en muestras acuosas
D.4. POE-AMSA-03-008	Determinación de nitrógeno de nitrato en muestras acuosas

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Ácido bórico

E.1.2. Agua suprapura

E.1.3. Hidróxido de sodio en perlas

E.1.4. Persulfato de potasio (libre de nitrógeno).

E.2. Materiales

E.2.1. Beaker de 250 y 500 ml de capacidad

E.2.2. Gradilla

E.2.3. Pipetas automáticas de 10 y 5 ml

E.2.4. Puntas de pipetas automáticas

E.2.5. Tubos de tapa rosca de 16 x 100 mm

E.3. Equipos

E.3.1. Termorreactor ajustable a temperatura y tiempo de reacción

E.4. Equipo de protección personal

E.4.1. Bata

E.4.2. Guantes de nitrilo.

E.4.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas.

F.1. Una vez finalizada la reacción en el termorreactor los tubos deben de estar a temperatura ambiente para ser analizados.

F.2. Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio esta debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Preparación del NaOH 1 M.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para preparar 250 ml de reactivo Oxidante: Disolver 3.5 g de NaOH en 87.5 ml de agua suprapura.
2		Para preparar 100 ml de reactivo Oxidante: Disolver 1.4 ml de NaOH en 35 ml de agua suprapura.

G.1.2. Precalentar el Termorreactor.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Configurar el termorreactor para que precaliente a una temperatura de 120 °C.

G.1.3. Preparación de reactivo Oxidante (Valderrama)

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para preparar 250 ml de reactivo Oxidante: Pesar 12.5 g de $K_2S_2O_8$ y 7.5 g de ácido bórico y disolver en 87.5 ml de NaOH 1M, aforar hasta 250 ml con agua suprapura.
2		Para preparar 100 ml de reactivo Oxidante: Pesar 5 g de $K_2S_2O_8$ y 3 g de ácido bórico y disolver en 35 ml de NaOH 1M, aforar hasta 100 ml con agua suprapura.
3		Se almacena en un frasco ámbar (reactivo fotosensible) y a temperatura ambiente. El reactivo es estable de 6 a 8 meses.

G.2. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Se debe de verificar el correcto funcionamiento del termorreactor.
2		Se debe verificar que los tubos no estén astillados o rajados de la boquilla (descartarlos). Los tubos no deben de tener fugas entre la boquilla y el tapón, ya que la temperatura y presión dentro de tubo son altas y puede existir perdida de muestra durante la digestión (descartar estos tubos y tapones).
3		Dependiendo del aspecto visual de la muestra (carga orgánica, matriz y procedencia de la muestra) se debe de seleccionar una dilución adecuada por las siguientes recomendaciones: • El reactivo de Valderrama debe de quedar en exceso. • El tubo de digestión final debe de quedar con un aspecto cristalino, esto elimina el factor de interferencia por turbidez de la muestra. • La lectura debe de quedar en el centro de la curva (no debe de exceder el 80 % de la curva de calibración).

G.3. Procedimiento para la digestión de las muestras con alta carga contaminante.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Este procedimiento es válido para los principales ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, entradas o salidas de plantas de tratamiento, descargas de aguas residuales de tipo ordinario y especial.
2		Marcar los tubos colocando el correlativo o número de muestra de AMSA y anotando el factor de dilución seleccionado.
3		Homogenizar la muestra que se encuentra a temperatura ambiente.
4		En un tubo de vidrio con taparosca de 16 x 100 mm agregar 1.0 ml de la muestra sin tratamiento (como se encuentra en el recipiente de colecta de muestra).
5		Agregar 9.0 ml de agua desmineralizada.
6		Agregar 2.0 ml de la solución del reactivo de Valderrama.
7		Tapar firmemente el tubo y homogenizar (revisar el estado de los tapones, no utilizar si están desgastados del sello interior o tienen un anillo de desgaste en la parte de afuera).

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
8	Especialista en análisis de calidad de agua	Precalentar el termorreactor a 120 °C y colorar los tubos dentro del mismo por una hora (Se puede programar en el equipo).
9		Finalizado el tiempo, sacar del termorreactor y dejar enfriar.
Se recomienda realizar 3 tubos de cada muestra. 1. Para análisis de fosforo total. 2. Para análisis de nitrógeno total y el 3. Para resguardo si se desea repetir alguna prueba.		
11	Especialista en análisis de calidad de agua	Refrigerar. El digerido es estable por un mes, después de ese tiempo no se recomienda su análisis.

G.4. Procedimiento para la digestión de las muestras sin carga contaminante.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
Este procedimiento es aplicable para ríos, lagos, lagunas aguas para uso potable, aguas de nacimiento o aguas de subterráneas. También se puede usar para el análisis de la laguna de Calderas.		
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Marcar los tubos colocando el correlativo o número de muestra de AMSA y anotando el factor de dilución seleccionado.
2		Homogenizar la muestra que se encuentra a temperatura ambiente.
3		En un tubo de vidrio borosilicado con taparosca de 16 x 100 mm agregar 10.0 ml de la muestra sin tratamiento (como se encuentra en el recipiente de colecta de muestra).
4		Agregar 2.0 ml de la solución del reactivo de Valderrama.
5		Tapar firmemente el tubo y homogenizar (revisar el estado de los tapones, no utilizar si están desgastados del sello interior o tienen un anillo de desgaste en la parte de afuera).
6		Precalentar el termorreactor a 120 °C y colorar los tubos dentro del mismo por una hora.
7		Finalizado el tiempo, sacar del termorreactor y dejar enfriar.
8		Se recomienda realizar 6 tubos de cada muestra. Dos para análisis de fosforo total, otros dos para análisis de nitrógeno total y los restantes para resguardo si se desea repetir alguna prueba.
9		Refrigerar. El digerido es estable por un mes, después de ese tiempo no se recomienda su análisis.

G.5. Procedimiento para la digestión de las muestras del lago de Amatitlán.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Marcar los tubos colocando el correlativo o número de muestra de AMSA y anotando el factor de dilución seleccionado.
2		Homogenizar la muestra que se encuentra a temperatura ambiente.
3		En un tubo de vidrio borosilicado con taparosca de 16 x 100 mm agregar 10.0 ml de la muestra sin tratamiento (como se encuentra en el recipiente de colecta de muestra).
4		Agregar 2.0 ml de la solución del reactivo de Valderrama.
5		Tapar firmemente el tubo y homogenizar (revisar el estado de los tapones, no utilizar si están desgastados del sello interior o tienen un anillo de desgaste en la parte de afuera).
6		Precalentar el termorreactor a 120 °C y colorar los tubos dentro del mismo por una hora.
7		Finalizado el tiempo, sacar del termorreactor y dejar enfriar.
8		Se recomienda realizar 3 tubos de cada muestra. Dos para análisis de fósforo total, otros dos para análisis de nitrógeno total y los restantes para resguardo si se desea repetir alguna prueba.
9		Refrigerar. El digerido es estable por un mes, después de ese tiempo no se recomienda su análisis.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los tubos deben de quedar de un aspecto cristalino después de la digestión. Al realizar esto se elimina la interferencia por turbidez que puede generar la muestra.
2		Las diluciones o cantidad de muestras que se indican para trabajar las digestiones dependen de la cantidad de materia orgánica presente, el origen de la muestra, la matriz. Si la muestra no aplica en ninguna recomendación realizada se procederá a realizar diluciones por medio de la experiencia del analista.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Se procederá con las instrucciones de ortofosfatos para el análisis de fósforo total o las instrucciones de nitrógeno de nitrato para el análisis de nitrógeno total.
2		Se debe de colocar el factor de dilución del tubo de digestión en el resultado de cada análisis (se coloca el factor de dilución en el equipo de medición en la corrida de muestras de fosforo y nitrógeno correspondiente).

9.2.1.7. DETERMINACIÓN DE ORTOFOSFÁTOS EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo la determinación de ortofosfatos en aguas naturales, potables y residuales, por medio del método del ácido ascórbico.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación en muestras después de la filtración para obtener el color verdadero y la matriz para determinación de nutrientes.

C. Método de análisis

C.1. Determinación ortofosfatos por el método del ácido ascórbico, 4500-P E. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 Ed.)*, 2017.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1.1. Ácido ascórbico grado analítico

E.1.1.2. Ácido sulfúrico concentrado

E.1.1.3. Agua suprapura

E.1.1.4. Molibdato de amonio

E.1.1.5. Tartarato de antimonil potasio

E.1.1.6. Fosfato dihidrógeno potasio anhidro

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Fosfato de potasio a una concentración de 50 ppm.

E.3. Materiales

E.3.1. Balones de borosilicato de 250, 100, 50 y 25 ml.

E.3.2. Beaker de borosilicato de 25 y 100 ml de capacidad.

E.3.3. Celdas de vidrio o cuarzo, o sistema sipper.

E.3.4. Gradillas.

E.3.5. Papel absorbente.

E.3.6. Papel limpiantes.

E.3.7. Pipetas automáticas de 10 ml, 5 ml y 1000 µl de capacidad.

E.3.8. Puntas de pipetas de 10 ml, 5 ml y 100 µl de capacidad.

E.3.9. Soporte de pipetas automáticas.

E.3.10. Tapones para los balones

E.4. Equipos

E.4.1. Espectrofotómetro o Fotómetro

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas.

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio esta debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Solución stock de fosforo de ortofosfatos:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de dihidrogeno fosfato de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar las moléculas de agua que puedan interferir en relación al peso del compuesto.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 250 mL de capacidad.
4		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0549 g. de dihidrogeno fosfato de sodio en la balanza analítica.
5		Disolver con agua y trasvasar al balón de 250.0 ml de capacidad.
6		Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
7		Aforar a 250.0 mL y refrigerar.
8		Esta solución contiene por 1.0 mL (50 µg de PO ₄ -P) lo que equivale a 50.0 ppm de esta solución.
9		Para los puntos bajos de la curva de calibración y el control de la prueba de fosfatos se necesita una solución de 0.50 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 50.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad.



G.1.2. Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) 5N:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Diluir 70 ml de H ₂ SO ₄ concentrado en 500 ml de agua destilada. Recuerde no darle de beber al ácido.

G.1.3. Solución de Tartrato de antimonil potasio:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Disolver 0.2743g K(SbO)C ₄ H ₄ O ₆ .½H ₂ O en 100 ml de agua destilada, después de realizar el reactivo se tiene que refrigerar. La solución es estable por no más de un mes en refrigeración.

G.1.4. Solución de Molibdato de Amonio:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Disolver 10 g (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O en 250 ml de agua destilada.

G.1.5. Ácido Ascórbico 0.1M:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Disolver 1.76g de ácido ascórbico en 100 ml de agua destilada. La solución es estable por no más de 1 semana a 4°C.

G.1.6. Reactivo color:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Mezclar los reactivos preparados anteriormente los cuales deben encontrarse a temperatura ambiente. Al agregar cada reactivo se deben de mezclar, si se forma turbiedad, mezclar y dejar reposar por unos minutos hasta que la turbiedad desaparezca. El reactivo de color es estable por no más de 4 horas. Mezclar en el orden específico y en las proporciones mostradas a continuación.

Tabla 1. Volúmenes de reactivos a adicionar en el orden específico para cierto número de muestras.

Reactivo	Numero de muestras									
	4	5	6	8	10	12	14	16	18	25
	Cantidad en ml para formar el reactivo de color									
ml Ácido sulfúrico	8	10	12	16	20	25	30	32	36	50
ml Tartrato	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	3.2	3.60	5
ml Molibdato	2.4	3	3.6	4.8	6	7.5	9	9.6	10.80	15
ml Ácido ascórbico	4.8	6	7.2	9.6	12	15	18	19.2	21.60	30

G.2. Verificación preliminar

G.2.1. Construcción de curva de calibración:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de fosforo de ortofosfato para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 7 estándares según la tabla 2 y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analitik Jena es agua suprapura.
3		Si se utiliza una cubeta, se recomienda usar la misma cubeta para trabajar ya que puede existir error analítico.

Tabla 2. Curva de calibración

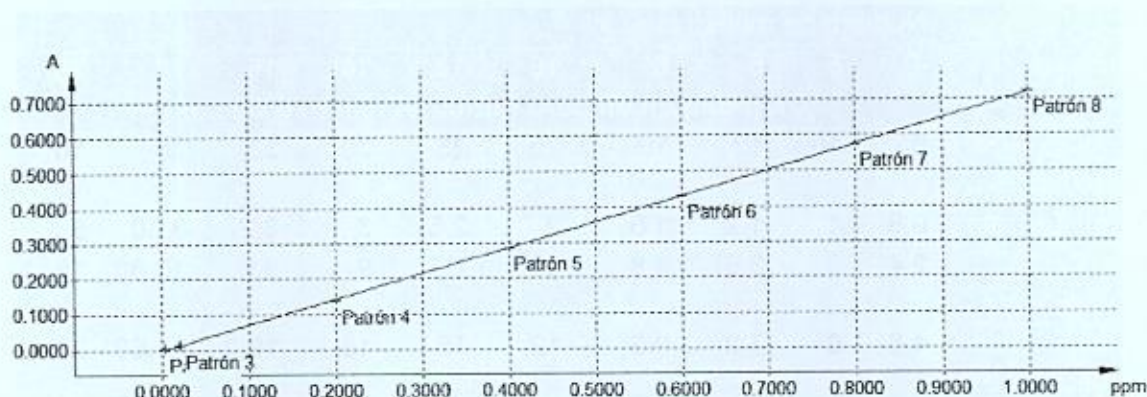
Patrón	Volumen de patrón ppm (μL)*	Volumen de patrón 0.50 ppm (μL)*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada α
1	---	---	0.0000	0.0000
2	---	100	0.0020	0.0033
3	---	1000	0.0200	0.0141
4	100	---	0.2000	0.1374
5	200	---	0.4000	0.2859
6	300	---	0.6000	0.4307
7	400	---	0.8000	0.5729
8	500	---	1.0000	0.7200

* para balones graduados de 25.0 ml de capacidad.

α depende del equipo espectrofotométrico



Figura 1. Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación:
Operador:
Dispositivo: SPECORD 50 PLUS - 233H1610C
Archivo: C:\L\1.8 curva ortofosfatos fosforo total 19.cf
Modelo de Regresión: $y = A + B \cdot x$
Modelo de Calibración: Valor medido $M(x1)$
Nº de Patrones: 8
Longitud de onda 1: 880
Paso de luz de la cubeta: [cm] 1
Unidades de Concentración: ppm
Unidades de Ordenada: A
Coeficientes: $y = A + B \cdot x$
 $a = -0.0011$
 $b = 0.7191$
 $c = 0.0000$
Calidad de la regresión (R^2 ajuste): 0.9999
Estadísticas: 1 Series de medida

G.3. Determinación de fósforo de ortofosfato

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Agregar 4 ml del reactivo color en un balón volumétrico de borosilicaco de 25ml.
2		Se prepara un control de concentración 0.0200 mg/l (Ver Tabla 2, para la preparación del control).
3		Se adiciona a cada balón cantidad de muestra de acuerdo al cuerpo de agua analizado y se afora con agua superpura a 25 ml (ver en el Anexo 1, la cantidad de muestra sugerida de acuerdo con el cuerpo de agua a evaluar).
4		Esperar 10 minutos (tiempo de reacción) y no más de 30 minutos para leer la muestra.
5		Leer en espectrofotómetro a longitud de onda de 880 nm.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para la aprobación de los resultados se necesita la correcta calibración mensual de la prueba con un valor del coeficiente de correlación R^2 de 0.9900 o mayor.
2		Verificar el estado del control y los reactivos. Estos deben de cumplir con los tiempos de caducidad establecidos de acuerdo a las metodologías estandarizadas utilizadas.
3		Utilización de las reglas de para la correcta verificación de los resultados de los controles utilizados en cada corrida de muestras.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Se debe de tener en cuenta el factor de dilución antes de analizar las muestras en el espectrofotómetro y el resultado final para cualquiera de los análisis es reportado concentración (mg/L).



9.2.1.8. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de nitrógeno total en aguas naturales y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de nitrógeno total en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método análogo a Müller & Weidemann, 1955.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Salicilato de sodio

E.1.2. Ácido sulfúrico concentrado

E.1.3. Tartrato de sodio y potasio

E.1.4. hidróxido de sodio en lentejas

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Nitrato de potasio a una concentración de 100 ppm

E.3. Materiales

E.3.1. Pizetas con agua suprapura.

E.3.2. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.3.3. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.3.4. Beaker de vidrio de 250 ml

E.3.5. Balanza analítica de 4 decimales

E.3.6. Balones de 25 y 100 ml

E.3.7. Espátulas tipo cuchara

E.3.8. Pipetas automáticas de 1 a 5 ml y 1 a 10 ml con sus respectivas puntas.

E.4. Equipos

E.4.1. Espectro fotómetro de rango visible

E.4.2. Celdas de cuarzo de 1 cm de paso de luz.

E.4.3. Papel grado limpiantes

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares:

G.1.1. Preparación de la solución stock de nitratos:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de nitrato de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar las moléculas de agua que puedan interferir en relación con el peso del compuesto.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 100.0 mL de capacidad.
4		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0722 g. de nitrato de potasio en la balanza analítica.
5		Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml de capacidad.
6		Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
7		Aforar a 100.0 mL y refrigerar.
8		Esta solución contiene 0.1 mg/mL N-NO ₃ lo que equivale a 100.0 ppm de esta solución. Esta es la solución de trabajo.
9		Para los puntos bajos de la curva de calibración se necesita una solución de trabajo de 1.0 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 100.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad.
Nota: La solución es estable por un mes.		

G.1.2. Preparación de solución de salicilato de sodio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	En un recipiente pesar 0.1250 g de salicilato de sodio.
2		Disolver y agregar a un balón de 25.0 ml de capacidad.
3		Lavar el recipiente y aforar el balón con esta agua de lavado.
SE DEBE DE PREPARAR CADA VEZ QUE SE REALICE LA PRUEBA.		

G.1.3. Preparación de reactivo oxidante

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Agregar en un beaker de 100.0 ml de capacidad, 60.0 ml de agua desmineralizada.
2		Pesar y agregar 30.0 g de hidróxido de sodio en lentejas. Agitar hasta disolver las lentejas. CUIDADO EL RECIPIENTE SE CALIENTA.
3		Esperar que se enfríe la solución de hidróxido de sodio.
4		Pesar y agregar 5.0 g de tartrato de sodio y potasio 4.H ₂ O
5		Disolver el tartrato por aparte en otro recipiente. Y mezclar las dos soluciones (solución de tartrato y solución de hidróxido).
6		Agitar hasta la disolución de este y agregar por porciones a un balón de 100.0 ml de capacidad. Aforar.
7		Agitar para homogenizar la solución.
8		Trasvasar a un frasco ámbar. Puede mantenerse viable hasta 1 mes. Refrigerar.

G.2. Verificación preliminar:

G.2.1. Construcción de la curva de calibración:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de nitratos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 7 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analitik Jena es agua suprapura.

Tabla 2. Curva de calibración

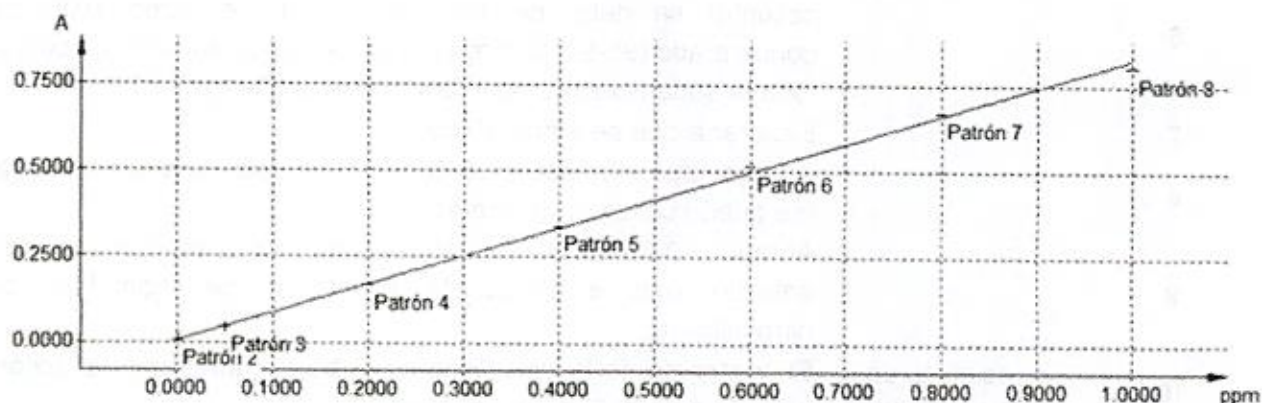
Patrón	Volumen de patrón 100.0 ppm (μL)*	Volumen de patrón 1.0 ppm (μL)*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada α
1	----	----	0.0000	0.0000
2	----	1000	0.0010	0.0033
3	50	----	0.0500	0.0141
4	200	----	0.2000	0.1374
5	400	----	0.4000	0.2859
6	600	----	0.6000	0.4307
7	800	----	0.8000	0.5729
8	1000	----	1.0000	0.7200

* para balones graduados de 100.0 ml de capacidad.

α depende del equipo espectrofotométrico

La curva de la calibración se hace pasar por el cero.

Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación:
Operador:
Dispositivo: SPECORD 50 PLUS - 233H1610C
Archivo: C:\Users\...191128 Nitratos Nitrogeno total 19.cf
Modelo de Regresión: $y = A + B \cdot x$
Modelo de Calibración: Valor medido $M(x1)$
Nº de Patrones: 8
Longitud de onda 1: 420
Paso de luz de la cubeta: [cm]: 1
Unidades de Concentración: ppm
Unidades de Ordenada: A
Coeficientes $y = A + B \cdot x$:
a = 0.0077
b = 0.8174
c = 0.0000
Calidad de la regresión (R^2 ajuste): 0.9979
Estadísticas: 1 Series de medida

G.3. Procedimiento para determinación de nitrógeno total en muestras acuosas.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	En una porcelana limpia agregar la totalidad del tubo que contiene la digestión con persulfato análogo al método de Valderrama.
2		Realizar un lavado al tubo con 5.0 ml de agua suprapura y agregar a la porcelana.
3		Hacer un lavado interno a los tapones del tubo y de igual forma agregar esta agua de lavado a la porcelana.
4		Agregar 1.0 ml de la solución de salicilato de sodio a la porcelana.
5		Calentar en una plancha a una temperatura que no sobrepase los 85 °C. La plancha se debe de colocar a una temperatura de 230 °C para alcanzar la temperatura anterior.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
6	Especialista en análisis de calidad de agua	Cuando la muestra se haya secado en su totalidad (y aun en caliente) se debe de agregar 1.0 ml de ácido sulfúrico concentrado (95-97 %) y rotar la porcelana a manera que cubra toda la superficie interna inferior de la porcelana.
7		Esperar a que se enfríe el ácido.
8		Agregar aproximadamente 50.0 ml de agua desmineralizada (se puede utilizar una pizeta).
9		Agregar 10.0 ml del reactivo oxidante. Va a revelar un color amarillo que evidencia la formación del complejo p-nitrosalicilato.
10		El contenido de la porcelana se debe de agregar a un balón aforado de 100.0 ml de capacidad.
11		Se debe de lavar la porcelana para recolectar las trazas de color que hayan quedado en la misma y con esta misma agua de lavado de afora el balón. Lavado con agua desmineralizada.
12		El balón se termina de aforar con agua desmineralizada.
13		Agitar para homogenizar los compuestos.
14		ANOTAR EL FACTOR DE DILUCIÓN DE CADA BALÓN
15		Esta prueba se debe de leer en un espectrofotómetro en una curva de calibración previamente realizada a una longitud de onda de 420 nm.
16		Se debe de leer inmediatamente después de su realización, el color es estable por una hora.

H. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los resultados se expresan en mg/ml.
2		Se deben de anotar los dos factores y multiplicarlos entre si. El primer factor es el del tubo de la digestión con el reactivo de Valderrama y el segundo factor es el del balón, que en este caso, es de 100.0 ml.
3		Se debe de anotar el factor anterior en el equipo espectrofotómetro en el apartado de factor para que se pueda reportar el resultado correcto.



9.2.1.9. DETERMINACIÓN DE NITRATOS EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de nitratos en aguas naturales, subterráneas y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de nitratos en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método análogo a Müller & Weidemann, 1955.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Salicilato de sodio

E.1.2. Acido sulfúrico concentrado

E.1.3. Tartrato de sodio y potasio

E.1.4. hidróxido de sodio en lentejas

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Nitrato de potasio a una concentración de 100 ppm

E.3. Materiales

E.3.1. Pizetas con agua suprapura.

E.3.2. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.3.3. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.3.4. Beaker de vidrio de 250 ml

E.3.5. Balanza analítica de 4 decimales

E.3.6. Balones de 25 y 100 ml

E.3.7. Espátulas tipo cuchara

E.3.8. Bandejas de plástico pequeñas para pesar reactivos

E.3.9. Pipetas automáticas de 1 a 5 ml y 1 a 10 ml con sus respectivas puntas.

E.4. Equipos

E.4.1. Espectro fotómetro de rango visible

E.4.2. Celdas de cuarzo de 1 cm de paso de luz.

E.4.3. Papel grado limpiantes

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares:

G.1.1. Preparación de la solución stock de nitratos

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de nitrato de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar las moléculas de agua que puedan interferir en relación con el peso del compuesto.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 100.0 mL de capacidad.
4		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0722 g. de nitrato de potasio en la balanza analítica.
5		Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml de capacidad.
6		Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
7		Aforar a 100.0 mL y refrigerar.
8		Esta solución contiene 0.1 mg/mL N-NO ₃ lo que equivale a 100.0 ppm de esta solución. Esta es la solución de trabajo.
9		Para los puntos bajos de la curva de calibración se necesita una solución de trabajo de 1.0 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 100.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad.
Nota: La solución es estable por un mes.		

G.1.2. Preparación de solución de salicilato de sodio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	En un recipiente pesar 0.1250 g de salicilato de sodio.
2		Disolver y agregar a un balón de 25.0 ml de capacidad.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Especialista en análisis de calidad de agua	Lavar el recipiente y aforar el balón con esta agua de lavado.
SE DEBE DE PREPARAR CADA VEZ QUE SE REALICE LA PRUEBA.		

G.1.3. Preparación del reactivo oxidante

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Agregar en un beaker de 100.0 ml de capacidad, 60.0 ml de agua desmineralizada.
2		Pesar y agregar 30.0 g de hidróxido de sodio en lentejas. Agitar hasta disolver las lentejas. CUIDADO EL RECIPIENTE SE CALIENTA.
3		Esperar que se enfríe la solución de hidróxido de sodio.
4		Pesar y agregar 5.0 g de tartrato de sodio y potasio 4.H ₂ O
5		Disolver el tartrato por aparte en otro recipiente. Y mezclar las dos soluciones (solución de tartrato y solución de hidróxido).
6		Agitar hasta la disolución de este y agregar por porciones a un balón de 100.0 ml de capacidad. Aforar.
7		Agitar para homogenizar la solución.
8		Trasvasar a un frasco ámbar. Puede mantenerse viable hasta 1 mes. Refrigerar.

G.2. Verificación preliminar:

G.2.1. Construcción de la curva de calibración

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de nitratos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 7 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analitik Jena es agua suprapura.

Tabla 2. Curva de calibración

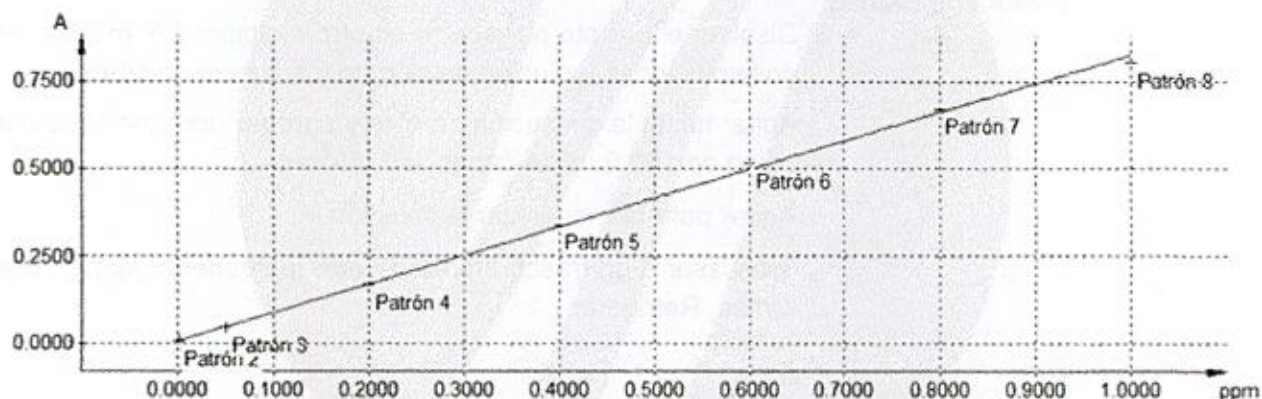
Patrón	Volumen de patrón 100.0 ppm (μL)*	Volumen de patrón 1.0 ppm (μL)*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada α
1	----	----	0.0000	0.0000
2	----	1000	0.0010	0.0033
3	50	----	0.0500	0.0141
4	200	----	0.2000	0.1374
5	400	----	0.4000	0.2859
6	600	----	0.6000	0.4307
7	800	----	0.8000	0.5729
8	1000	----	1.0000	0.7200

* para balones graduados de 100.0 ml de capacidad.

α depende del equipo espectrofotométrico

La curva de la calibración se hace pasar por el cero.

Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación:

Operador:

Dispositivo

Archivo

Modelo de Regresión

Modelo de Calibración

Nº de Patrones:

Longitud de onda 1

Paso de luz de la cubeta: [cm]

Unidades de Concentración

Unidades de Ordenada

Coefficientes $y = A + B \cdot x$

SPECORD 50 PLUS - 233H1610C

C:\Users...\191128 Nitratos Nitrogeno total 19.cf

$y = A + B \cdot x$

Valor medido M(x1)

8

420

1

ppm

A

a = 0.0077

b = 0.8174

c = 0.0000

Calidad de la regresión (R^2 ajuste) 0.9979

Estadísticas

1 Series de medida

G.3. Procedimiento para determinación de nitratos en agua.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	En una porcelana limpia agregar una cantidad de muestra adecuada según la matriz de la muestra y agregar 1.0 ml de salicilato de sodio. 10.0 ml para muestra de ríos de la cuenca. 20.0 ml para muestras del lago de Amatitlán y ríos que no contengan materia orgánica. 10.0 ml para muestras de agua subterránea para uso potable.
2		Calentar en una plancha a una temperatura que no sobrepase los 85 °C. La plancha se debe de colocar a una temperatura de 230 °C para alcanzar la temperatura anterior.
3		Cuando la muestra se haya secado en su totalidad (y aun en caliente) se debe de agregar 1.0 ml de ácido sulfúrico concentrado (95-97 %) y rotar la porcelana a manera que cubra toda la superficie interna inferior de la porcelana.
4		Esperar a que se enfríe el ácido.
5		Agregar aproximadamente 50.0 ml de agua desmineralizada
6		Agregar 10.0 ml del reactivo oxidante. Va a revelar un color amarillo que evidencia la formación del complejo p-nitrosalicilato.
7		El contenido de la porcelana se debe de agregar a un balón aforado de 100.0 ml de capacidad.
8		Se debe de lavar la porcelana para recolectar las trazas de color que hayan quedado en la misma y con esta misma agua de lavado de afora el balón. Lavado con agua desmineralizada.
9		El balón se termina de aforar con agua desmineralizada.
10		Agitar para homogenizar los compuestos.
11		ANOTAR EL FACTOR DE DILUCIÓN DE CADA BALÓN
12		Esta prueba se debe de leer en un espectrofotómetro en una curva de calibración previamente realizada a una longitud de onda de 420 nm.
13		Se debe de leer inmediatamente después de su realización, el color es estable por una hora.

H. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los resultados se expresan en mg/ml.



9.2.1.10. DETERMINACIÓN DE NITRITOS EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de nitritos en aguas naturales, subterráneas y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de nitritos en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método 1-Naftil etilendiamina dihidrocloride. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 Ed.)*, 2017.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Ácido orto fosfórico al 85 %.

E.1.2. Sulfanilamida

E.1.3. N naftil etilendiamina

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Nitrito de sodio a una concentración de 100 ppm

E.3. Materiales

E.3.1. Papel absorbente.

E.3.2. Pizetas con agua suprapura.

E.3.3. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.3.4. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.3.5. Beaker de vidrio de 250 ml

E.3.6. Balanza analítica de 4 decimales

E.3.7. Balones de 25 y 100 ml

E.3.8. Espátulas tipo cuchara

E.3.9. Bandejas de plástico pequeñas para pesar reactivos

E.3.10. Pipetas automáticas de 1 a 5 ml y 1 a 10 ml con sus respectivas puntas.

E.4. Equipos

E.4.1. Espectro fotómetro de rango visible

E.4.2. Celdas de cuarzo de 1 cm de paso de luz o auto muestreador tipo sipper.

E.4.3. Papel grado limpia lentes

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Preparación de la solución de stock de nitritos

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de nitrito de sodio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar las moléculas de agua que puedan interferir en relación con el peso del compuesto.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 100.0 mL de capacidad.
4		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0493 g. de nitrito de sodio en la balanza analítica.
5		Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml de capacidad.
6		Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
7		Aforar a 100.0 mL y refrigerar.
8		Esta solución contiene en 1.0 mL = 100 µg de N-NO ₂ o equivalente a 100 ppm. Esta es la solución madre.
9		Para la solución de trabajo se necesita una concentración de 1.0 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 100.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad.
10		La solución es estable por un mes.

G.1.2. Preparación del reactivo de color

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para un volumen de 100.0 ml.
2		Agregar en un beaker de 100.0 ml de capacidad, 50.0 ml de agua desmineralizada.
3		Agregar 5.0 ml de ácido orto fosfórico al 85 %. Agitar.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
4	Especialista en análisis de calidad de agua	Pesar 0.50 g de sulfanilamida.
5		Pesar en un recipiente aparte 0.050 g de n-naftiletildiamina.
6		Agregar a la solución de ácido orto fosfórico y agitar hasta la disolución de este.
7		Trasvasar a un balón de 100 ml de capacidad.

Observaciones

No se debe de exponer por tiempo prolongado al ambiente ya que reacciona con los óxidos de nitrógeno del ambiente.

No se debe de utilizar después de una semana. Refrigerar.

No se debe de utilizar el reactivo si esta con alguna coloración rosada.

G.2. Verificación preliminar:

G.2.1. Construcción de la curva de calibración

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de nitritos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 6 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analytik Jena es agua suprapura.

Tabla. Curva de calibración

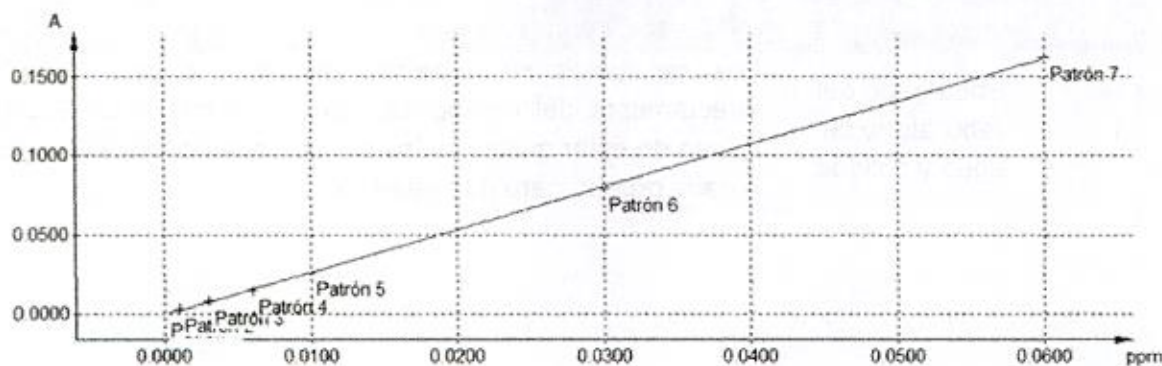
Patrón	Volumen de patrón 1.0 ppm (μL)*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada ^b
0 ^a	----	0.0000	0.0000
1	25	0.0010	0.0029
2	75	0.0030	0.0080
6	150	0.0060	0.0148
4	250	0.0100	0.0256
5	750	0.0300	0.0795
6	1500	0.0600	0.1621

* para balones graduados de 25.0 ml de capacidad.

^a El patrón cero se indica como el inicio de la curva de calibración y se realiza con agua supra pura.

^b Esta absorbancia puede cambiar dependiendo del equipo espectro fotómetro que se utilice

Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación: SPECORD 50 PLUS - 233H1610C
 Operador: C:\Users\Public\191128 curva N Nitritos 19.cf
 Dispositivo: y = A + B*x
 Archivo: Valor medido M(x1)
 Modelo de Regresión: 7
 Modelo de Calibración: 543
 Nº de Patrones: 1
 Longitud de onda: Paso de luz de la cubeta [cm]
 Unidades de Concentración: ppm
 Unidades de Ordenada: A
 Coeficientes y = A + B*x: a = -0.0006
 b = 2.7016
 c = 0.0000
 Calidad de la regresión (R² ajuste): 0.9997
 Estadísticas: 1 Series de medida

G.3. Procedimiento para determinación de nitritos en agua.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Terminado el reactivo de color agitar y esperar que se estabilice.
2		Agregar 4.0 ml del reactivo de color a cada balón de 25.0 ml de capacidad para la realización de análisis de nitritos.
3		Agregar la cantidad de volumen de muestra según el cuerpo de agua a examinar y aforar hasta 25.0 ml.
4		ANOTAR EL FACTOR DE CADA BALÓN
5		Esta prueba se debe de leer en un espectrofotómetro en una curva de calibración previamente realizada a una longitud de onda de 542 nm.
6		Se debe de esperar 10 minutos para que se complete la reacción y no se debe de leer la misma después de 1 hora de realizada.
7		La molécula que evidencia el color es estable por una hora.

H. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Encargado del laboratorio de agua y sólidos	Los resultados se expresan en mg/L o ppm reportados directamente del equipo espectro fotómetro. Los resultados deben de estar multiplicados por el factor de dilución realizado a cada prueba para que sean válidos.



9.2.1.11. DETERMINACIÓN DE AMONIO EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de amonio en aguas naturales, subterráneas y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de amonio en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método análogo a SMEWW 4500 NH₃, fenato. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 Ed.). 2017*

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Fenol en cristales

E.1.2. Nitroprusiato de sodio

E.1.3. Hidróxido de Sodio

E.1.4. Citrato de sodio

E.1.5. Solución comercial de hipoclorito de sodio al 4 – 5%. (se recomienda comprar cloro blanco sol o magia blanca, sin ninguna fragancia u coloración).

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Cloruro de Amonio a una concentración de 1000 ppm

E.3. Materiales

E.3.1. Pizetas con agua suprapura.

E.3.2. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.3.3. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.3.4. Beaker de vidrio de 250 ml

E.3.5. Balanza analítica de 4 decimales

E.3.6. Balones de 25 y 100 ml

E.3.7. Espátulas tipo cuchara

E.3.8. Bandejas de plástico pequeñas para pesar reactivos

E.3.9. Pipetas automáticas de 1 a 5 ml y 1 a 10 ml con sus respectivas puntas.

E.3.10. Frascos de vidrio ámbar con tapa rosca.

E.4. Equipos

E.4.1. Espectro fotómetro de rango visible

E.4.2. Celdas de cuarzo de 1 cm de paso de luz.

E.4.3. Papel grado limpiante

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas:

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares:

G.1.1. Preparación de la solución stock de amonio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de cloruro de amonio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar humedad.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 100.0 mL de capacidad.
4		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.3819 g. de cloruro de amonio en la balanza analítica.
5		Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml de capacidad.
6		Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
7		Aforar a 100.0 mL y refrigerar.
8		Esta solución contiene 1.0 mL = 1.0 mg de N-NH ₃ lo que equivale a 1000.0 ppm de esta solución. Esta es la solución madre.
9		Para la solución de trabajo se necesita una concentración de 10.0 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 1000.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad.
10		Para los puntos bajos de la curva se necesita una concentración de 0.100 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 1000.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad.
11		La solución es estable por un mes.

G.1.2. Preparación de solución de fenol

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	A un beaker de 100.0 ml de capacidad agregar 40.0 ml de etanol al 96 %.
2		Pesar 6.00 g de fenol en cristales.
3		Agregar al etanol y agitar hasta disolver los cristales de fenol.
4		Trasvasar a un balón de 50.0 ml de capacidad
5		Aforar con etanol al 96 % y refrigerar. La solución es estable por una semana.

G.1.3. Preparación de solución de nitroprusiato

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	A un beaker de 100.0 ml de capacidad agregar 40.0 ml de agua desmineralizada.
2		Pesar y agregar el agua desmineralizada 0.50 g de nitroprusiato de sodio. Agitar hasta disolver los cristales.
3		Trasvasar a un balón de 50.0 ml de capacidad y aforar con agua desmineralizada.
4		Trasvasar a un frasco ámbar y refrigerar. La solución es estable por un mes.

G.1.4. Preparación de reactivo oxidante

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Agregar en un beaker de 100.0 ml de capacidad, 50.0 ml de agua desmineralizada.
2		Pesar y agregar 1.0 g de hidróxido de sodio en lentejas. Agitar y disolver.
3		Pesar y agregar a la solución de hidróxido 10.0 g de citrato de sodio trihidratado, agitar y disolver.
4		Trasvasar a un balón de 100.0 ml de capacidad, lavar el beaker con agua desmineralizada y aforar con esta agua de lavado.
5		Refrigerar. La solución es estable por un mes.
6		PREPARAR LA SIGUIENTE MEZCLA CADA VEZ QUE SE REALICE LA PRUEBA
7		Para cada balón o prueba de amonio se deben de agregar 2.0 ml de solución de citrato alcalino.



E.3.9. Soporte de pipetas automáticas.

E.3.10. Tapones para los balones

E.4. Equipos

E.4.1. Espectrofotómetro o Fotómetro

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas.

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio esta debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Solución stock de fosforo de ortofosfatos

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de dihidrogeno fosfato de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar la humedad.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0549 g. de dihidrogeno fosfato de sodio en la balanza analítica.
4		Disolver con agua y trasvasar al balón de 250.0 ml de capacidad.
5		Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
6		Aforar a 250.0 mL y refrigerar.
7		Esta solución contiene por 1.0 mL (50 µg de PO ₄ -P) lo que equivale a 50.0 ppm de esta solución.
8		Para los puntos bajos de la curva de calibración y el control de la prueba de fosfatos se necesita una solución de 0.50 ppm. Esta se realiza con una dilución 1:100 de la solución madre de 50.0 ppm en un balón de 100.0 ml de capacidad

G.1.2. Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 5N

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Diluir 70 ml de H_2SO_4 concentrado en 500 ml de agua destilada. RECUERDE NO DARLE DE BEBER AL ÁCIDO

G.1.3. Solución de Tartrato de antimonil potasio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Disolver 0.2743g $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ en 100 ml de agua destilada, después de realizar el reactivo se tiene que refrigerar. La solución es estable por no más de un mes en refrigeración.

G.1.4. Solución de Molibdato de Amonio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Disolver 10 g $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ en 250 ml de agua destilada.

G.1.5. Ácido Ascórbico 0.1M

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Disolver 1.76g de ácido ascórbico en 100 ml de agua destilada. La solución es estable por no más de 1 semana a 4°C.

G.1.6. Reactivo color

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Mezclar los reactivos preparados anteriormente los cuales deben encontrarse a temperatura ambiente. Al agregar cada reactivo se deben de mezclar, si se forma turbiedad, mezclar y dejar reposar por unos minutos hasta que la turbiedad desaparezca. El reactivo de color es estable por no más de 4 horas. Mezclar en el orden específico y en las proporciones mostradas a continuación.

Tabla 1. Volúmenes de reactivos a adicionar en el orden específico para cierto número de muestras.

Reactivo	Numero de muestras									
	4	5	6	8	10	12	14	16	18	25
Cantidad en ml para formar el reactivo de color										
ml Ácido sulfúrico	8	10	12	16	20	25	30	32	36	50
ml Tartrato	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	3.2	3.60	5
ml Molibdato	2.4	3	3.6	4.8	6	7.5	9	9.6	10.80	15
ml Ácido ascórbico	4.8	6	7.2	9.6	12	15	18	19.2	21.60	30

G.2. Verificación preliminar

G.2.1. Construcción de curva de calibración

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de fosforo de ortofosfato para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 7 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analytik Jena es agua suprapura.
3		El rango en la que se construye la curva de calibración se encuentra entre 0.0020 mg/L PO ₄ a 1.00 mg/L PO ₄ de fosforo cuando se mide en un espectrofotómetro utilizando una cubeta de 10 mm o sistema sipper.
4		Si se utiliza una cubeta, se recomienda usar la misma cubeta para trabajar ya que puede existir error analítico.

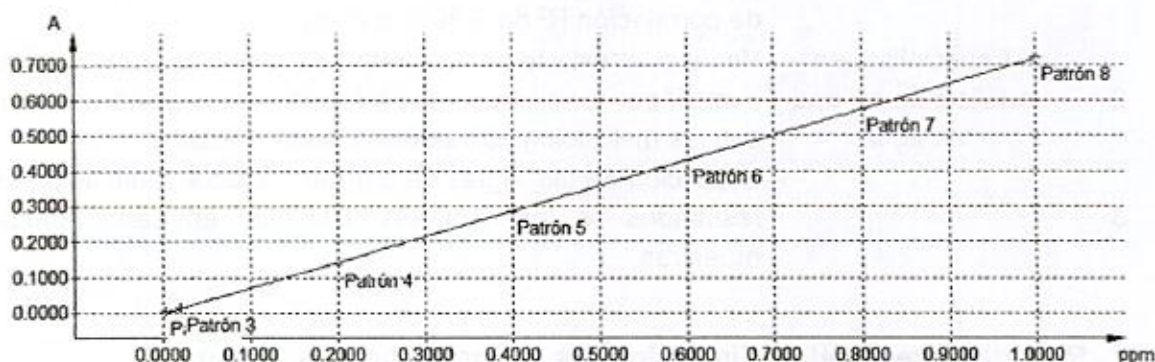
Tabla 2. Curva de calibración

Patrón	Volumen de patrón 50 ppm (μL)*	Volumen de patrón 0.50 ppm (μL)*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada α
1	---	---	0.0000	0.0000
2	---	100	0.0020	0.0033
3	---	1000	0.0200	0.0141
4	100	---	0.2000	0.1374
5	200	---	0.4000	0.2859
6	300	---	0.6000	0.4307
7	400	---	0.8000	0.5729
8	500	---	1.0000	0.7200

* para balones graduados de 25.0 ml de capacidad.

α depende del equipo espectrofotométrico.

Figura 1. Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación:
Operador:
Dispositivo: SPECORD 50 PLUS - 233H1610C
Archivo: C:\L\...8 curva ortofosfatos fosforo total 19.cf
Modelo de Regresión: $y = A + B \cdot x$
Modelo de Calibración: Valor medido $M(x1)$
Nº de Patrones: 8
Longitud de onda 1: 880
Paso de luz de la cubeta: [cm]: 1
Unidades de Concentración: ppm
Unidades de Ordenada: A
Coeficientes $y = A + B \cdot x$:
a = -0.0011
b = 0.7191
c = 0.0000
Calidad de la regresión (R^2 ajuste): 0.9999
Estadísticas: 1 Series de medida

G.3. Determinación de fósforo total con el método de Valderrama.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Agregar 4 ml del reactivo color en un balón volumétrico de borosilicaco de 25ml.
2		Se prepara un control de concentración 0.0200 mg/l (Ver Tabla 2, para la preparación del control).
3		Se adiciona el volumen de 10 ml que proviene de un tubo de la digestión de la muestra con el reactivo de Valderrama y posteriormente se afora a 25 ml.
4		Esperar 10 minutos (tiempo de reacción) y no más de 30 minutos para leer la muestra.
5		Leer en espectrofotómetro a longitud de onda de 880 nm.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para la aprobación de los resultados se necesita la correcta calibración mensual de la prueba con un valor del coeficiente de correlación R^2 de 0.9900 o mayor.
2		Verificar el estado del control y los reactivos. Estos deben de cumplir con los tiempos de caducidad establecidos de acuerdo con las metodologías estandarizadas utilizadas.
3		Utilización de las reglas de para la correcta verificación de los resultados de los controles utilizados en cada corrida de muestras.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Se debe de tener en cuenta el factor de dilución antes de analizar las muestras en el espectrofotómetro y el resultado final para cualquiera de los análisis es reportado concentración (mg/L).

9.2.1.13. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO – DQO- RANGO ALTO EN MUESTRAS ACUOSAS

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de DQO en aguas naturales y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.1.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de DQO en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método colorimétrico, reducción de dicromato de potasio.

El rango alto de la prueba esta calibrado de 100 a 1000 ppm de O₂.

Este es recomendado para ríos con alta carga contaminante, así como entradas y salidas de plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario y especial, así como descargas de aguas residuales de tipo ordinario y especial.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Dicromato de potasio

E.1.2. Ácido sulfúrico concentrado

E.1.3. Sulfato de mercurio

E.1.4. Sulfato de plata

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Ftalato ácido de potasio a una concentración de 1000 ppm.

E.3. Materiales

E.3.1. Papel absorbente.

E.3.2. Pizetas con agua suprapura.

E.3.3. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.3.4. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.3.5. Beaker de vidrio de 250 ml

E.3.6. Balanza analítica de 4 decimales

E.3.7. Balones de 25 y 100 ml

E.3.8. Espátulas tipo cuchara

E.3.9. Bandejas de plástico pequeñas para pesar reactivos

E.3.10. Pipetas automáticas de 1 a 5 ml y 1 a 10 ml con sus respectivas puntas.

E.3.11. Tubos redondos de 16 x 100 mm de fondo plano con tapa rosca.

E.4. Equipos

E.4.1. Campana de extracción de gases

E.4.2. Termo reactor con capacidad de llegar a 150 °C.

E.4.3. Cronometro

E.4.4. Espectro fotómetro de rango visible

E.4.5. Celdas de cuarzo de 1 cm de paso de luz.

E.4.6. Papel grado limpiantes

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes de nitrilo.

E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas:

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

G.1.1. Preparación de la solución stock de ftalato de potasio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de Ftalato acido de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar las moléculas de agua que puedan interferir en relación con el peso del compuesto.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 100.0 mL de capacidad.
4		De forma práctica, preparar y transferir la solución en condiciones estériles.
5		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0850 g. de Ftalato ácido de potasio en la balanza analítica.
6		Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml de capacidad.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
7	Especialista en análisis de calidad de agua	Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
8		Aforar a 100.0 mL y refrigerar.
9		El Ftalato ácido de potasio tiene un DQO teórico de 1.176 mg O ₂ /mg y esta solución tiene una concentración teórica de DQO de 1000.0 µg O ₂ /mL. Esta es la solución trabajo.
10		Esta solución es estable cuando se refrigera, pero no de forma indefinida . Prepararla semanalmente para ser usado de manera satisfactoria.
11		Cuando tiene crecimiento biológico visible no se debe de utilizar.

G.1.2. Preparación del reactivo A

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para 250 ml de reactivo pesar 2.4465 g de dicromato de potasio deshidratado.
2		Para 250 ml de reactivo pesar 8.325 g de sulfato de mercurio.
3		Agregar los reactivos a un balón de 250.0 ml de capacidad en estado anhidro por medio de un embudo de vidrio.
4		Agregar 100.0 ml de agua desmineralizada con una pizeta por medio del embudo y agitar cuidadosamente.
5		Agregar cuidadosamente 42.0 ml de ácido sulfúrico concentrado (agregar por medio del embudo y resbalar sobre las paredes del balón).
6		CUIDADO REACCION VIOLENTA DENTRO DEL BALON (SE CALIENTA).
7		Lavar con agua desmineralizada los beaker donde se pesó el dicromato de potasio y el sulfato de mercurio y agregar esta agua de lavado al balón por medio del embudo.
8		Sostener el balón con una toalla o papel seco (contenido caliente) y agitar hasta disolver los reactivos.
9		Tapar el balón y esperar a que alcance temperatura ambiente.
10		Aforar por medio de una pizeta con agua desmineralizada.
11		Agitar y almacenar.

G.1.3. Preparación del reactivo B.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para un balón de 250 ml de capacidad, pesar 2.4465 g de Sulfato de plata.
2		Agregar los reactivos a un balón de 250 ml de capacidad en estado anhidro por medio de un embudo de vidrio.
3		En un beaker de 250 ml de capacidad agregar ácido sulfúrico concentrado.
4		Agregar el ácido sulfúrico concentrado al balón por medio del embudo de vidrio hasta aforar a 250 ml de capacidad.
5		Tapar el balón y esperar 48 horas para que se disuelva por completo el sulfato de plata en el ácido sulfúrico concentrado.

G.1.4. Preparación de la celda de reacción

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	En una gradilla colocar los tubos descritos anteriormente y agregar mediante una pipeta automática 1.50 ml del reactivo A y 3.50 ml del reactivo B .
2		Tapar el tubo y sostener con una toalla o papel limpio.
3		Agitar vigorosamente hasta que el contenido del tubo se mezcle y se vea turbio.
4		CUIDADO REACCION VIOLENTA DENTRO DE LA CELDA (SE CALIENTA).
5		Esperar que alcance la temperatura ambiente y almacenar.
6		El contenido final de la celda se observa un aspecto cristalino con un sedimento en el fondo del tubo.

G.2. Verificación preliminar

G.2.1. Construcción de la curva de calibración

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de nitratos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 6 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analytik Jena es agua suprapura.

Tabla. Curva de calibración

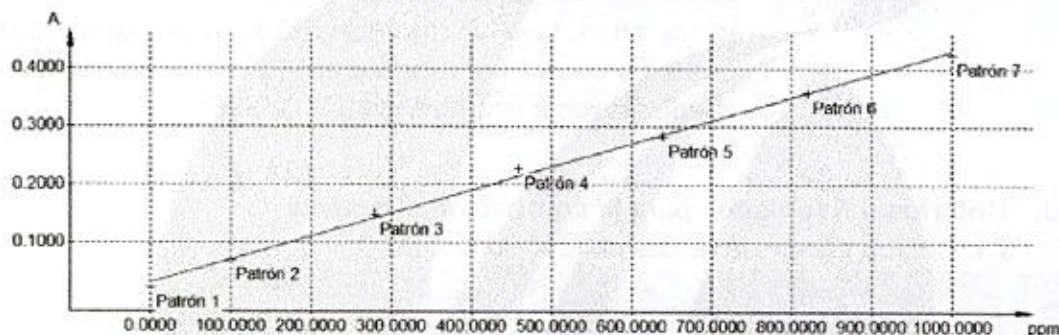
Patrón	Volumen de patrón 1000.0 ppm (μL)*	Volumen de agua desmi.*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada α
0	---	2500	0	0.0250
1	250	2250	100	0.0697
2	700	1800	280	0.1484
6	1150	1350	460	0.2269
4	1600	900	640	0.2826
5	2050	450	820	0.3585
6	2500	---	1000	0.4244

* en la celda de reacción de tubo redondo con volumen total de muestra de 2.5 mL.

α depende del equipo espectrofotométrico

La curva de la calibración se hace pasar por el cero.

Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación:
Operador:
Dispositivo:
Archivo:
Modelo de Regresión:
Modelo de Calibración:
Nº de Patrones:
Longitud de onda:
Paso de luz de la cubeta: [cm]:
Unidades de Concentración:
Unidades de Ordenada:
Coeficientes: $y = A + B \cdot x$

SPECORD 50 PLUS - 233H1610C
C:\Users\Public\Docum...190805 CURVA DQO alto.c1
 $y = A + B \cdot x$
Valor medido $M(x1)$
7
600
1
ppm
A
 $a = 0.0308$
 $b = 0.0004$
 $c = 0.0000$
Calidad de la regresión (R^2 ajuste): 0.9964
Estadísticas: 1 Series de medida

G.3. Procedimiento para determinación de la demanda química de oxígeno en agua.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Encargado del laboratorio de agua y sólidos	Precalentar el termo reactor a 150 °C.
2		Tomar una celda de reacción que se realizaron previamente para el rango bajo.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Encargado del laboratorio de agua y sólidos	Agitar la muestra previamente.
4		Destapar el tubo y agregar 2.50 mL de la muestra.
5		Cerrar el tubo y homogenizar de forma vigorosa.
6		Insertar en el termo reactor e iniciar el cronometro para 2 horas de reacción.
7		Cada 20 minutos de deben de agitar los tubos que se encuentran dentro del termo reactor para una digestión completa de la muestra. El tubo se debe de observar de aspecto cristalino.
8		Pasadas las 2 horas se debe de retirar del termorreactor y dejar que las celdas de reacción lleguen a una temperatura ambiente.
9		La lectura se realiza a una longitud de onda de 600 nm.
10		Los tubos se deben de leer justo en la transición de una temperatura tibia a fría (se debe evitar que aparezcan cristales cuando el tubo se enfria completamente), ya que puede provocar interferencia por turbidez.

J. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo

J.1. Centrifugación de celdas de reacción de DQO

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Estas se deben de centrifugar cuando la muestra contiene solidos inorgánicos que no son digeridos por esta reacción.
2		Lo anterior se realiza colocando los tubos en una centrifuga a 9000 RPM por 4 minutos. Con lo anterior se elimina la interferencia por turbidez de las partículas de la muestra que no reaccionan.

K. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los resultados se expresan en mg/L de O ₂ , reportados directamente del equipo espectro fotómetro.
2		Los resultados deben de estar multiplicados por el factor de dilución realizado a cada prueba para que sean válidos.



**9.2.1.14. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO –
DQO- RANGO BAJO EN MUESTRAS ACUOSAS**

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de DQO en aguas naturales y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de DQO en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método colorimétrico, reducción de dicromato de potasio.

El rango alto de la prueba está calibrado de 05 a 150 ppm de O₂.

Este es recomendado para ríos, lagos y lagunas con baja carga contaminante, así como salidas de plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario y especial con una alta eficiencia de remoción de materia orgánica.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Dicromato de potasio

E.1.2. Ácido sulfúrico concentrado

E.1.3. Sulfato de mercurio

E.1.4. Sulfato de plata

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Ftalato ácido de potasio a una concentración de 1000 ppm.

E.3. Materiales

E.3.1. Papel absorbente.

E.3.2. Pizetas con agua suprapura.

E.3.3. Recipientes plásticos para descarte del agua.

E.3.4. Varilla de agitación o pipeta de vidrio

E.3.5. Beaker de vidrio de 250 ml

E.3.6. Balanza analítica de 4 decimales

- E.3.7. Balones de 25 y 100 ml
- E.3.8. Espátulas tipo cuchara
- E.3.9. Bandejas de plástico pequeñas para pesar reactivos
- E.3.10. Pipetas automáticas de 1 a 5 ml y 1 a 10 ml con sus respectivas puntas.
- E.3.11. Tubos redondos de 16 x 100 mm de fondo plano con tapa rosca.

E.4. Equipos

- E.4.1. Campana de extracción de gases
- E.4.2. Termo reactor con capacidad de llegar a 150 °C.
- E.4.3. Cronometro
- E.4.4. Espectro fotómetro de rango visible
- E.4.5. Celdas de cuarzo de 1 cm de paso de luz.
- E.4.6. Papel grado limpiantes

E.5. Equipo de protección personal

- E.5.1. Bata
- E.5.2. Guantes de nitrilo.
- E.5.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares:

G.1.1. Preparación de la solución stock de ftalato de potasio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de Ftalato acido de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora para eliminar las moléculas de agua que puedan interferir en relación con el peso del compuesto.
2		Dejar enfriar en una desecadora que contenga SILICA GEL CON INDICADOR DE HUMEDAD por una hora.
3		Para un balón de 100.0 mL de capacidad.
4		De forma práctica, preparar y transferir la solución en condiciones estériles.
5		Sacar el compuesto y rápidamente pesar (para evitar que tome humedad del ambiente), 0.0425 g. de Ftalato ácido de potasio en la balanza analítica.
6		Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml de capacidad.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
7	Especialista en análisis de calidad de agua	Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón.
8		Aforar a 100.0 mL y refrigerar.
9		El Ftalato acido de potasio tiene un DQO teórico de 1.176 mg O ₂ /mg y esta solución tiene una concentración teórica de DQO de 500.0 µg O ₂ /mL. Esta es la solución trabajo.
10		Esta solución es estable cuando se refrigera, pero no de forma indefinida. Prepararla semanalmente para ser usado de manera satisfactoria.
11		Cuando tiene crecimiento biológico visible no se debe de utilizar.

G.1.2. Preparación del reactivo A

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para 250 ml de reactivo pesar 0.500 g de dicromato de potasio deshidratado.
2		Para 250 ml de reactivo pesar 8.325 g de sulfato de mercurio.
3		Agregar los reactivos a un balón de 250.0 ml de capacidad en estado anhidro por medio de un embudo de vidrio.
4		Agregar 100.0 ml de agua desmineralizada con una pizeta por medio del embudo y agitar cuidadosamente.
5		Agregar cuidadosamente 42.0 ml de ácido sulfúrico concentrado (agregar por medio del embudo y resbalar sobre las paredes del balón).
6		CUIDADO REACCION VIOLENTA DENTRO DEL BALON (SE CALIENTA).
7		Lavar con agua desmineralizada los beaker donde se pesó el dicromato de potasio y el sulfato de mercurio y agregar esta agua de lavado al balón por medio del embudo.
8		Sostener el balón con una toalla o papel seco (contenido caliente) y agitar hasta disolver los reactivos.
9		Tapar el balón y esperar a que alcance temperatura ambiente.
10		Aforar por medio de una pizeta con agua desmineralizada.
11		Agitar y almacenar.

G.1.3. Preparación del reactivo B

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Para un balón de 250 ml de capacidad, pesar 2.4465 g de Sulfato de plata.
2		Agregar los reactivos a un balón de 250 ml de capacidad en estado anhidro por medio de un embudo de vidrio.
3		En un beaker de 250 ml de capacidad agregar ácido sulfúrico concentrado.
4		Agregar el ácido sulfúrico concentrado al balón por medio del embudo de vidrio hasta aforar a 250 ml de capacidad.
5		Tapar el balón y esperar 48 horas para que se disuelva por completo el sulfato de plata en el ácido sulfúrico concentrado.

G.1.4. Preparación de la celda de reacción

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	En una gradilla colocar los tubos descritos anteriormente y agregar mediante una pipeta automática 1.50 ml del reactivo A y 3.50 ml del reactivo B .
2		Tapar el tubo y sostener con una toalla o papel limpio.
3		Agitar vigorosamente hasta que el contenido del tubo se mezcle y se vea turbio.
4		CUIDADO REACCION VIOLENTA DENTRO DE LA CELDA (SE CALIENTA).
5		Esperar que alcance la temperatura ambiente y almacenar.
6		El contenido final de la celda se observa un aspecto cristalino con un sedimento en el fondo del tubo.

G.2. Verificación preliminar:

G.2.1. Construcción de la curva de calibración:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Esta se trabaja para los rangos de nitratos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.
2		Se preparan 7 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analytik Jena es agua suprapura.

Tabla. Curva de calibración

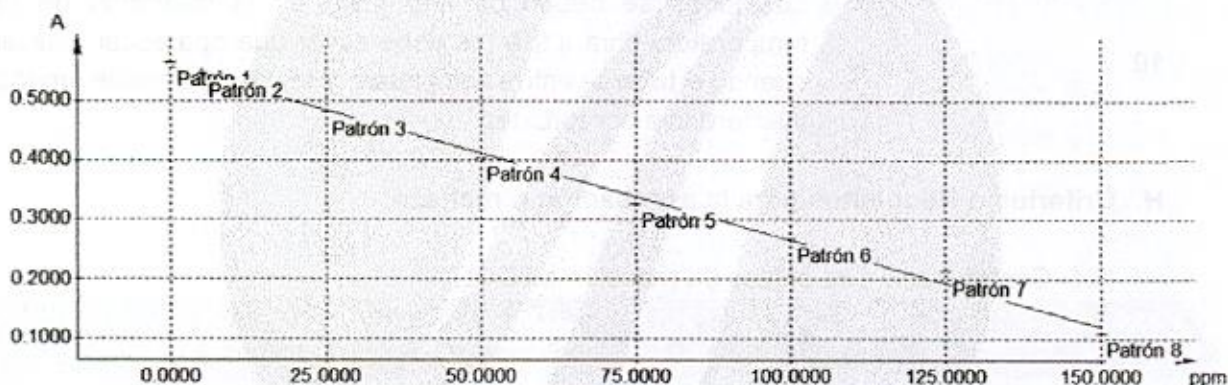
Patrón	Volumen de patrón 500.0 ppm (μL)*	Volumen de agua desmi.*	Concentración en mg/L	Absorbancia esperada α
0	----	2500	0	0.5639
1	25	2475	5	0.5445
2	125	2375	25	0.4810
6	250	2250	50	0.4029
4	375	2125	75	0.3257
5	500	2000	100	0.2677
6	625	1875	125	0.2135
7	750	1750	150	0.1102

* en la celda de reacción de tubo redondo con volumen total de muestra de 2.5 mL.

α depende del equipo espectrofotométrico

La curva de la calibración se hace pasar por el cero.

Ejemplo de curva de calibración con el equipo Analytik Jena Specord Plus 50.



Parámetros

Designación:

Operador:

Dispositivo:

Archivo:

Modelo de Regresión:

Modelo de Calibración:

Nº de Patrones:

Longitud de onda:

Paso de luz de la cubeta: [cm]

Unidades de Concentración:

Unidades de Ordenada:

Coefficientes $y = A + B \cdot x$

Calidad de la regresión (R^2 ajuste):

Estadísticas:

SPECORD 50 PLUS - 233H1610C

C:\Users\Public\Docum...\190805 CURVA DQO BAJO.cf

$y = A + B \cdot x$

Valor medido M(x1)

8

420

1

ppm

A

$a = 0.5586$

$b = -0.0029$

$c = 0.0000$

0.9938

1 Series de medida

G.3. Procedimiento para determinación de la demanda química de oxígeno en agua.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Precalentar el termo reactor a 150 °C.
2		Tomar una celda de reacción que se realizaron previamente para el rango bajo.
3		Agitar la muestra previamente.
4		Destapar el tubo y agregar 2.50 mL de la muestra.
5		Cerrar el tubo y homogenizar de forma vigorosa.
6		Insertar en el termo reactor e iniciar el cronometro para 2 horas de reacción.
7		Cada 20 minutos de deben de agitar los tubos que se encuentran dentro del termo reactor para una digestión completa de la muestra. El tubo se debe de observar de aspecto cristalino.
8		Pasadas las 2 horas se debe de retirar del termorreactor y dejar que las celdas de reacción lleguen a una temperatura ambiente.
9		La lectura se debe de realizar a una longitud de onda de 420 nm.
10		Los tubos se deben de leer justo en la transición de una temperatura tibia a fría (se debe evitar que aparezcan cristales cuando el tubo se enfría completamente), ya que puede provocar interferencia por turbidez.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo:

H.1. Centrifugación de celdas de reacción de DQO

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Estas se deben de centrifugar cuando la muestra contiene solidos inorgánicos que no son digeridos por esta reacción.
2		Lo anterior se realiza colocando los tubos en una centrifuga a 9000 RPM por 4 minutos. Con lo anterior se elimina la interferencia por turbidez de las partículas de la muestra que no reaccionan.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Los resultados se expresan en mg/L de O ₂ , reportados directamente del equipo espectro fotómetro.
2		Los resultados deben de estar multiplicados por el factor de dilución realizado a cada prueba para que sean válidos.



**9.2.1.15. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO 5 –
DQO5- EN MUESTRAS ACUOSAS**

A. Objetivo

Describir las instrucciones a seguir para llevar a cabo el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, subterráneas y residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal especializado en fisicoquímica de aguas: Aplicar este procedimiento para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en muestras acuosas.

C. Método de análisis

Método respirométrico de 5 días 5210 B. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23 Ed.)*, 2017.

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-02-008 Lavado de cristalería

D.2. FMT-AMSA-02-003 Orden de Análisis de Laboratorio: FISICOQUÍMICA

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. hidróxido de sodio en lentejas

E.2. Materiales

E.2.1. Botella ámbar graduada a 500.0 ml de capacidad

E.2.2. Corcho plástico

E.2.3. Perlas NaOH

E.2.4. Agitador magnético

E.2.5. Probeta

E.3. Equipos

E.3.1. Sistema espirométrico marca Oxitop

E.3.2. Planchas de agitación para el sistema Oxitop

E.3.3. Incubadora con capacidad de permanecer a 20 °C. por 5 días.

E.4. Equipo de protección personal

E.4.1. Bata

E.4.2. Guantes de nitrilo.

E.4.3. Lentes de protección.

F. Condiciones ambientales requeridas

Si la muestra esta refrigerada o en cadena de frio debe de alcanzar la temperatura ambiente.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares:

G.1.1. Preparación de agua de dilución

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Tampón fosfato: 8.68 g de potasio dihidrógeno fosfato; 21.75 g de di-potasio hidrógeno fosfato; 22.30 g de di-sodio dihidrógeno fosfato 2-hidrato y 1.7 g de cloruro de amonio. Se llevan las tres sales a solución enrasando a 1 litro de agua destilada.
2		Solución de sulfato de magnesio: 22.50 g de magnesio sulfato 7-hidrato en 1 litro de agua destilada.
3		Solución de cloruro de calcio: 27.50 g de cloruro de calcio en 1 litro de agua destilada.
4		Solución de cloruro férrico 0.25 g de cloruro 6 hidrato de hierro (III) en 1 litro de agua destilada.
5		Se toma 1 ml de cada uno de las cuatro soluciones anteriores y se completa a 1 litro con agua destilada. Esta agua de dilución debe ser destapada cuidadosamente y agitada antes de usarla.
6		Si es necesario eliminar el cloro se debe preparar la siguiente solución: 1.575 g de sodio disulfito en un litro de agua destilada. La solución se adiciona al agua de dilución en cantidad suficiente para neutralizar el cloro existente en la muestra.
7		Todas las soluciones anteriores se pueden almacenar en la refrigeradora durante un mes.
8		La siembra es necesaria para garantizar una población microbiana suficiente, que produzca un resultado adecuado en los cinco días. Cuando la muestra tiene una carga microbiana alta el sembrado no es necesario. La siembra más corriente y fácil de obtener es con un agua de la que se sabe contiene una alta carga microbiana. También se puede inocular con cepas comerciales.

G.2. Verificación preliminar:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Dependiendo del tipo de muestra que se deba trabajar es necesario eliminar algunas interferencias que puedan afectar el desarrollo del análisis e inducir a resultados erróneos. Se deben tener en cuenta según el caso las siguientes recomendaciones:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad																					
2	Especialista en análisis de calidad de agua	La muestra se debe tomar en un recipiente limpio y su volumen debe ser de 1 litro.																					
3		El pH de la muestra se debe ajustar a un valor neutro entre 6.8 y 7.2 (Actualmente no se realiza el ajuste del pH).																					
4		Si no se conoce el valor aproximado de la DBO se toma como guía el valor de la DQO correspondiente. Normalmente y en términos muy generales la $DBO = DQO \times 0.5$; pero si el efluente tiene una carga orgánica muy alta el factor puede ascender a 0.7 o 0.8, según el caso.																					
5		Con el valor de DBO estimado se define el volumen de muestra a tomar según la tabla: <table><tr><th>DBO mg/L</th><th>volumen ml</th><th>factor</th></tr><tr><td>0-40</td><td>432</td><td>1</td></tr><tr><td>0-80</td><td>365</td><td>2</td></tr><tr><td>0-200</td><td>250</td><td>5</td></tr><tr><td>0-400</td><td>164</td><td>10</td></tr><tr><td>0-800</td><td>97</td><td>20</td></tr><tr><td>0-2000</td><td>43.5</td><td>50</td></tr></table>	DBO mg/L	volumen ml	factor	0-40	432	1	0-80	365	2	0-200	250	5	0-400	164	10	0-800	97	20	0-2000	43.5	50
DBO mg/L		volumen ml	factor																				
0-40		432	1																				
0-80		365	2																				
0-200		250	5																				
0-400		164	10																				
0-800	97	20																					
0-2000	43.5	50																					
6	Si el valor de DBO no está dentro de los rangos citados en la tabla, o si se desea trabajar con un volumen significativo para disminuir errores, se debe diluir convenientemente la muestra con el agua de dilución adecuada, e incluir el factor de dilución en los cálculos finales.																						
7	Si la muestra se encuentra a temperatura superior a los 50°C debe enfriarse y será necesario sembrarla. Esto es válido también si la muestra fue sometida a tratamiento térmico intenso, aunque al momento de tomarla su temperatura no sea elevada.																						
8	Se debe evitar tomar muestras que contengan cloro u otro agente bactericida. Si la muestra contiene estos productos en niveles bajos se le debe dejar en reposo durante 1-2 horas antes de iniciar el análisis. Si la concentración del agente es alta (principalmente de cloro) se debe eliminar por un método físico o químico adecuado. Para cloro es recomendado el uso de sodio disulfito.																						
9	Algunas muestras, como las que provienen de procesos industriales con alta carga orgánica o las aguas residuales de origen doméstico (efluentes cloacales), usualmente no requieren de siembra y se pueden colocar directamente en la botella. Para el resto de los casos es recomendable agregar un inóculo como se explica más adelante.																						

G.3. Procedimiento para determinación de la demanda bioquímica de oxígeno de 5 días.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Se coloca el volumen de muestra seleccionado por medio de la tabla anteriormente mencionada en una botella ámbar de 500 mL de capacidad.
2		Se coloca la barra agitadora magnética dentro de la botella.
3		Se coloca 3 a 5 lentejas de hidróxido de sodio en el vaso de caucho.
4		Se coloca el vaso cuidadosamente en la boca de la botella (si se cae alguna lenteja dentro de la muestra se debe descartar y lavar la botella).
5		Se tapa la botella con el OXITOP verificando el correcto cierre de las mismas y se colocan sobre el sistema de agitación.
6		Se conecta el instrumento y se accionan simultáneamente las teclas S y M para activar el registro que se iniciará automáticamente a las tres horas.
7		El sensor registrará los valores obtenidos cada 24 horas en forma automática.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	Incubar la muestra dentro de las 24 horas después de la toma de muestra. Posterior a esta instrucción no es fiable la expresión de los resultados.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en análisis de calidad de agua	El resultado se lee directamente de la pantalla del OXITOP. Dicho valor se debe multiplicar por el factor de la escala de la Tabla y por el factor de dilución si la hubo. El resultado se reporta como mg/L de O ₂ .



9.3 MICROBIOLOGÍA

9.3.1. MICROBIOLOGÍA EN LAS AGUAS DEL LAGO

A. Objetivo

Identificar mediante la técnica de tubos múltiples el número más probable de Coliformes Fecales en muestras de lago.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de laboratorio: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal de Microbiología: Aplicar los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C. Método de análisis

Metodología utilizada: SMEWW 9221 C y E.

D. Documentos Relacionados

D.1. Formato FMT-AMSA-02-005

D.2. Informe de resultados de laboratorio

E. Material y equipo

E.1. Materiales

E.1.1. 5 tubos con caldo lauril sulfato doble con campanillas de Durham

E.1.2. 10 tubos con caldo lauril sulfato simple con campanillas de Durham.

E.1.3. 1 tubo de con agua peptonada

E.1.4. Tubos de caldo EC. La cantidad dependerá de los tubos positivos con CLSS y CLSD

E.1.5. Frascos con agua estéril (diluciones).

E.1.6. Tips

E.1.7. Buretas de 10 ml

E.1.8. Pipeta Automática de 1000 µl.

E.2. Equipos

E.2.1. Campana de flujo laminar

E.2.2. Mechero

E.2.3. Autoclave

E.2.4. Incubadora a 36.5 °C

E.2.5. Incubadora a 44.5 °C

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Guantes

E.3.2. Bata de manga larga

E.3.3. Lentes de seguridad.

F. Procedimiento

F.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en el análisis microbiológico del agua	Se identifica la muestra en el cuaderno de trabajo de microbiología.
2		En una gradilla se coloca una fila de 5 tubos con CLSD y dos filas de 5 tubos cada una con CLSS. Además, se coloca en la gradilla un tubo con AP.
3		Dependiendo de las características de la muestra, se realiza la dilución correspondiente.
4		Se sirven 10 ml de la muestra diluida a cada tubo con CLSD.
5		Se sirve 1 ml de la muestra diluida a cada tubo de la primera fila de tubos con CLSS.
6		De la muestra diluida se toma 1 ml y se agrega a un tubo con AP.
7		Del tubo con AP, se toma 1 ml para cada tubo de la segunda fila de tubos de CLSS.
8		Incubar durante 48 horas a 36.5 °C.
9		Se realiza lectura de los tubos. Se considerarán positivos los tubos que poseen turbidez y hayan producido gas dentro de la campanilla de Durham. Esto es considerado como fase presuntiva.
10		Se seleccionan los tubos positivos. Por cada tubo positivo inocular con una asa 30 µl a los tubos con caldo EC.
11		Los tubos de caldo EC se incuban por 24 horas a 44.5 °C.
12		Se seleccionan los tubos positivos y se procede con la lectura de los tubos. Se consideran positivos los tubos que poseen turbidez y hayan producido gas dentro de la campanilla de Durham. Esto es considerado como fase confirmatoria.
13		Se realiza la estimación de la densidad bacteriana utilizando la tabla del número más probable según la tabla 9221: IV del Standard Methods. Los resultados se registran en el cuaderno de trabajo.

TABLA 9221: IV. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR VARIOUS COMBINATION OF POSITIVE RESULT WHEN FIVE TUBES ARE USED PER DILUTION

Combinación de tubos positivos			NMP/100mL	Límites de 95% de confianza		Combinación de tubos positivos			NMP/100mL	Límites de 95% de confianza	
				Inferior	Superior					Inferior	Superior
0	0	0	< 1.8	-	6.8	4	0	3	25	9.8	70
0	0	1	1.8	0.090	6.8	4	1	0	17	6.0	40
0	1	0	1.8	0.090	6.9	4	1	1	21	6.8	42
0	1	1	3.6	0.70	10	4	1	2	26	9.8	70
0	2	0	3.7	0.70	10	4	1	3	31	10	70
0	2	1	5.5	1.8	15	4	2	0	22	6.8	50
0	3	0	5.6	1.8	15	4	2	1	26	9.8	70
1	0	0	2.0	0.10	10	4	2	2	32	10	70
1	0	1	4.0	0.70	10	4	2	3	38	14	100
1	0	2	6.0	1.8	15	4	3	0	27	9.9	70
1	1	0	4.0	0.71	12	4	3	1	33	10	70
1	1	1	6.1	1.8	15	4	3	2	39	14	100
1	1	2	8.1	3.4	22	4	4	0	34	14	100
1	2	0	6.1	1.8	15	4	4	1	40	14	100
1	2	1	8.2	3.4	22	4	4	2	47	15	120
1	3	0	8.3	3.4	22	4	5	0	41	14	100
1	3	1	10	3.5	22	4	5	1	48	15	120
1	4	0	10	3.5	22	5	0	0	23	6.8	70
2	0	0	4.5	0.79	15	5	0	1	31	10	70
2	0	1	6.8	1.8	15	5	0	2	43	14	100
2	0	2	9.1	3.4	22	5	0	3	58	22	150
2	1	0	6.8	1.8	17	5	1	0	33	10	100
2	1	1	9.2	3.4	22	5	1	1	46	14	120
2	1	2	12	4.1	26	5	1	2	63	22	150
2	2	0	9.3	3.4	22	5	1	3	84	34	220
2	2	1	12	4.1	26	5	2	0	49	15	150
2	2	2	14	5.9	36	5	2	1	70	22	170
2	3	0	12	4.1	26	5	2	2	94	34	230
2	3	1	14	5.9	36	5	2	3	120	36	250
2	4	0	15	5.9	36	5	2	4	150	58	400
3	0	0	7.8	2.1	22	5	3	0	79	22	220
3	0	1	11	3.5	23	5	3	1	110	34	250
3	0	2	13	5.6	35	5	3	2	140	52	400
3	1	0	11	3.5	26	5	3	3	170	70	400
3	1	1	14	5.6	36	5	3	4	210	70	400
3	1	2	17	6.0	36	5	4	0	130	36	400
3	2	0	14	5.7	36	5	4	1	170	58	400
3	2	1	17	6.8	40	5	4	2	220	70	440
3	2	2	20	6.8	40	5	4	3	280	100	710
3	3	0	17	6.8	40	5	4	4	350	100	710
3	3	1	21	6.8	40	5	4	5	430	150	1100
3	3	2	24	9.8	70	5	5	0	240	70	710
3	4	0	21	6.8	40	5	5	1	350	100	1100
3	4	1	24	9.8	70	5	5	2	540	150	1700
3	5	0	25	9.8	70	5	5	3	920	220	2600
4	0	0	13	4.1	35	5	5	4	1600	400	4600
4	0	1	17	5.9	36	5	5	5	> 1600	700	-
4	0	2	21	6.8	40						

Fuente: STANDARD METHODS 9221 B. STANDARD TOTAL COLIFORM FERMENTATION TECHNIQUE, JUNE 2003

9.3.2. MICROBIOLOGÍA EN LAS AGUAS RESIDUALES

A. Objetivo

Identificar mediante la técnica de tubos múltiples el número más probable de Coliformes

Fecales en muestras de plantas de tratamiento de aguas residuales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de laboratorio: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal de Microbiología: Aplicar los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C. Método de análisis

Metodología utilizada: SMEWW 9221 C y E.

D. Documentos Relacionados

D.1. Formato FMT-AMSA-02-005

D.2. Informe de resultados de laboratorio

D.3. Acuerdo gubernativo No. 236-2006

E. Material y equipo

E.1. Materiales

E.1.1. 5 tubos con caldo lauril sulfato doble con campanillas de Durham

E.1.2. 10 tubos con caldo lauril sulfato simple con campanillas de Durham.

E.1.3. 1 tubo de con agua peptonada

E.1.4. Tubos de caldo EC. La cantidad dependerá de los tubos positivos con CLSD y CLSS.

E.1.5. Frascos con agua estéril (diluciones).

E.1.6. Tips

E.1.7. Buretas de 10 ml

E.1.8. Pipeta Automática de 1000 µl.

E.2. Equipos

E.2.1. Campana de flujo laminar

E.2.2. Mechero

E.2.3. Autoclave

E.2.4. Incubadora a 36.5 °C

E.2.5. Incubadora a 44.5 °C

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Guantes

E.3.2. Bata de manga larga

E.3.3. Lentes de seguridad.

F. Procedimiento

F.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en el análisis microbiológico del agua	Se identifica la muestra en el cuaderno de trabajo de microbiología.
2		En una gradilla se coloca una fila de 5 tubos con CLSD y dos filas de 5 tubos cada una con CLSS. Además, se coloca en la gradilla un tubo con AP.
3		Dependiendo de las características de la muestra, se realiza la dilución correspondiente.
4		Se sirven 10 ml de la muestra diluida a cada tubo con CLSD.
5		Se sirve 1 ml de la muestra diluida a cada tubo de la primera fila de tubos con CLSS.
6		De la muestra diluida se toma 1 ml y se agrega a un tubo con AP.
7		Del tubo con AP, se toma 1 ml para cada tubo de la segunda fila de tubos de CLSS.
8		Incubar durante 48 horas a 36.5 °C.
9		Se realiza lectura de los tubos. Se considerarán positivos los tubos que poseen turbidez y hayan producido gas dentro de la campanilla de Durham. Esto es considerado como fase presuntiva.
10		Se seleccionan los tubos positivos. Por cada tubo positivo inocular con una asa 30 µl a los tubos con caldo EC.
11		Los tubos de caldo EC se incuban por 24 horas a 44.5 °C.
12		Se seleccionan los tubos positivos y se procede con la lectura de los tubos. Se consideran positivos los tubos que poseen turbidez y hayan producido gas dentro de la campanilla de Durham. Esto es considerado como fase confirmatoria.
13		Se realiza la estimación de la densidad bacteriana utilizando la tabla del número más probable según la tabla 9221: IV del Standard Methods. Los resultados se registran en el cuaderno de trabajo.

9.3.3. MICROBIOLOGÍA EN LAS AGUAS DE RÍO

A. Objetivo

Identificar mediante la técnica de filtración por membrana la cantidad de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) en muestras de río.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de laboratorio: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal de Microbiología: Aplicar los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C. Método de análisis

Metodología utilizada: SMEWW 9222 D.

D. Documentos Relacionados

D.1. Formato FMT-AMSA-02-005

D.2. Informe de resultados de laboratorio

E. Material y equipo

E.1. Materiales

E.1.1. 4 cajas de Petri con agar Endo

E.1.2. 3 tubos con AP

E.1.3. 2 frascos con agua desmineralizada estéril.

E.1.4. Tips

E.1.5. Buretas de 10 ml

E.1.6. Pipeta Automática de 1000 µl.

E.1.7. Filtros de membranas

E.2. Equipos

E.2.1. Campana de flujo laminar

E.2.2. Mechero

E.2.3. Autoclave

E.2.4. Incubadora a 44.5 °C

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Guantes

E.3.2. Bata de manga larga

E.3.3. Lentes de seguridad.

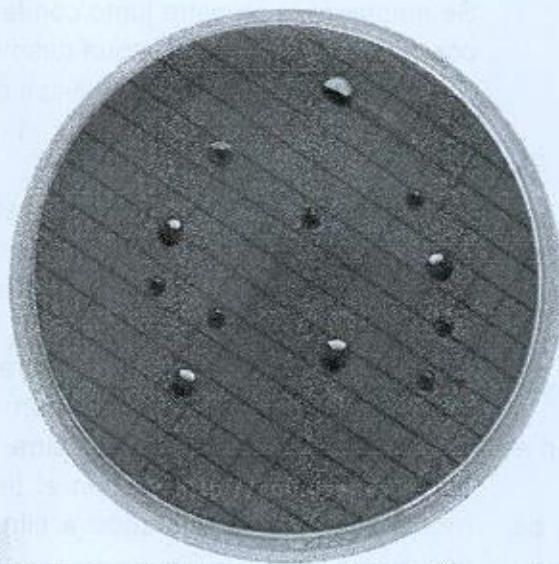
F. Procedimiento

F.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en el análisis microbiológico del agua	Se identifica la muestra en el cuaderno de trabajo de microbiología.
2		Se atempera la muestra junto con las cajas de Petri, los tubos con AP y los frascos con agua desmineralizada estéril.
3		Dependiendo de las características de la muestra, se realiza la dilución correspondiente (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10,000 y 1:100.000)
4		Dentro de la campana se arma el equipo de filtración por membrana según las indicaciones del fabricante.
5		Previo a la filtración de la muestra, se debe de realizar un blanco de procedimiento.
6		Se colocan los tres filtros de membrana sobre los tres filtros del equipo de filtración. A continuación, se sirve dentro del primer embudo 20 ml de la muestra diluida, en el segundo embudo 20 ml de la muestra diluida y en el tercer embudo 30 ml de la muestra diluida. Se procede a filtrar utilizando la bomba de vacío.
7		Se retiran los embudos, y con una pinza estéril se retiran los filtros de membrana.
8		En las cajas de Petri, previamente identificadas se coloca cada uno de los filtros de membrana.
9		Se incuban las cajas de Petri a una temperatura de 44.5 °C por 48 horas.
10		Se cuentan las colonias haciendo la diferenciación entre Coliformes fecales y <i>E. coli</i> . Se reportan como UFC/100ml.
11		Las colonias de <i>E. coli</i> se observan de color rojo intenso con un brillo metálico en la superficie. Las Coliformes fecales se observan de color rojo pálido y sin brillo metálico en la superficie.
12		Los resultados se registran en el cuaderno de trabajo.

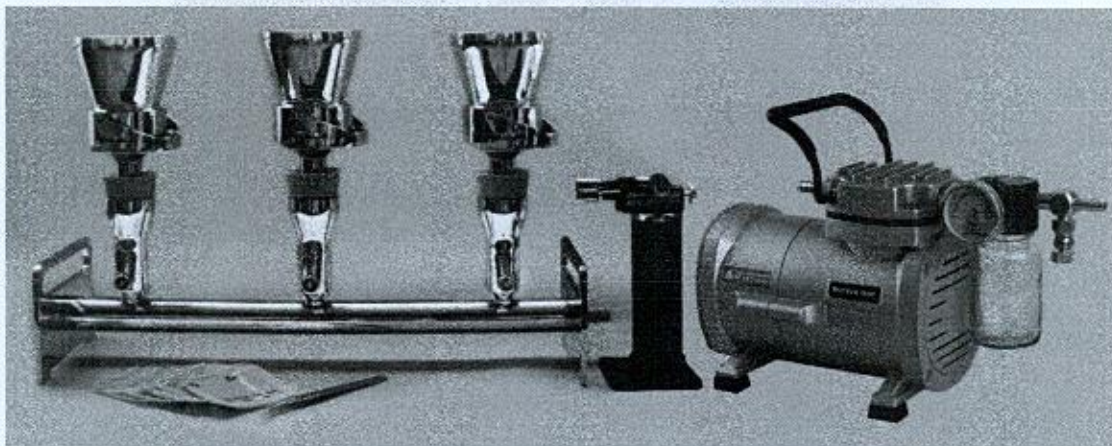
Anexos 9.3.3.1

Caja de Petri con Coliformes Fecales y *E. coli*. Se observa el color rojo intenso y brillo metálico en las colonias de *E. coli*.



Anexo 9.3.3.2

Equipo de Filtración de membrana junto con la bomba de vacío.





9.3.4. MICROBIOLOGÍA EN LAS AGUAS DE AGUA POTABLE

A. Objetivo

Identificar mediante la técnica de filtración por membrana la cantidad de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) en muestras de río.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de laboratorio: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal de Microbiología: Aplicar los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C. Método de análisis

Metodología utilizada: SMEWW 9222 D.

D. Documentos Relacionados

D.1. Formato FMT-AMSA-02-005

D.2. Informe de resultados de laboratorio

E. Material y equipo

E.1. Materiales

E.1.1. 4 cajas de Petri con agar Endo

E.1.2. 3 tubos con AP

E.1.3. 2 frascos con agua desmineralizada estéril.

E.1.4. Tips

E.1.5. Buretas de 10 ml

E.1.6. Pipeta Automática de 1000 µl.

E.1.7. Filtros de membranas

E.2. Equipos

E.2.1. Campana de flujo laminar

E.2.2. Mechero

E.2.3. Autoclave

E.2.4. Incubadora a 44.5 °C

E.3. Equipo de protección personal

E.3.1. Guantes

E.3.2. Bata de manga larga

E.3.3. Lentes de seguridad.

F. Procedimiento

F.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en el análisis microbiológico del agua	Se identifica la muestra en el cuaderno de trabajo de microbiología.
2		Se atempera la muestra junto con las cajas de Petri, los tubos con AP y los frascos con agua desmineralizada estéril.
3		Dependiendo de las características de la muestra, se realiza la dilución correspondiente (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10,000 y 1:100.000)
4		Dentro de la campana se arma el equipo de filtración por membrana según las indicaciones del fabricante.
5		Previo a la filtración de la muestra, se debe de realizar un blanco de procedimiento.
6		Se colocan los tres filtros de membrana sobre los tres filtros del equipo de filtración. A continuación, se sirve dentro del primer embudo 20 ml de la muestra diluida, en el segundo embudo 20 ml de la muestra diluida y en el tercer embudo 30 ml de la muestra diluida. Se procede a filtrar utilizando la bomba de vacío.
7		Se retiran los embudos, y con una pinza estéril se retiran los filtros de membrana.
8		En las cajas de Petri, previamente identificadas se coloca cada uno de los filtros de membrana.
9		Se incuban las cajas de Petri a una temperatura de 44.5 °C por 48 horas.
10		Se cuentan las colonias haciendo la diferenciación entre Coliformes fecales y <i>E. coli</i> . Se reportan como UFC/100ml
11		Las colonias de <i>E. coli</i> se observan de color rojo intenso con un brillo metálico en la superficie. Las Coliformes fecales se observan de color rojo pálido y sin brillo metálico en la superficie.
12		Los resultados se registran en el cuaderno de trabajo.



9.4 METALES PESADOS

9.4.1. DIGESTIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS PARA ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA

A. Objetivo

Establecer los lineamientos operativos para el desarrollo de la digestión asistida por microondas previa al análisis por espectrofotometría de absorción atómica en muestras de agua, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de digeridos a partir de muestras acuosas crudas de agua natural y aguas residuales, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de Referencia

EPA Method 3015a. Microwave Assisted Acid Digestion of Aqueous Sample & Extracts. USEPA Revision 1, February 2007.

D. Documentos Relacionados

- D.1.** POE-AMSA-02-001 Recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras acuosas
- D.2.** POE-AMSA-02-008 Lavado de Cristalería.
- D.3.** POE-AMSA-03-001 Purificación de Agua Suprapura.
- D.4.** FMT-AMSA-02-016 Uso y Manejo de Equipos de Laboratorio.

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Ácido nítrico suprapuro al 60%.

E.1.2. Ácido clorhídrico suprapuro al 30%.

E.1.3. Agua desionizada.

E.2. Materiales

E.2.1. Pizetas con agua suprapura.

E.2.2. Recipientes de polipropileno desechables de 50.0 mL con taparrosca.

E.3. Equipos

E.3.1. Digestor de microondas START-D.

E.3.2. Rotor SK-10 y vasos de digestión de teflón.

E.3.3. Llave de torque calibrada a 20 Nm.

E.3.4. Base de sujeción de segmentos del rotor.

E.3.5. Pipetas automáticas de volumen graduable de 1.0 mL - 50.0 mL.

E.4. Equipo de protección personal

E.4.1. Bata

E.4.2. Guantes.

E.4.3. Lentes de protección.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del digestor de microondas START-D deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo de ácidos fuertes concentrados y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del digestor

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender el digestor START-D.
2		Utilizando la consola de interfase con el usuario, ingresar al usuario "Administrador", clave: 123456, presionar "Ok".
3		Verificar que el tubo de escape de gases se encuentre introducido en la campana de extracción.
4		Verificar que los componentes de los vasos de digestión y el vaso control, observar que se encuentren en buenas condiciones, sin daños visibles. De existir algún daño considerable no debe utilizarse.
5		Usar el test de altura en los diafragmas de sellado, los diafragmas no deben atravesar el testeador.
6		Remarcar con un marcador los números de vaso correspondientes de ser necesario.
7		Verificar el estado físico de la termocopla, no debe presentar daños visibles.

F.3. Procedimiento de preparación los digeridos

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Sacar los recipientes con las muestras a digerir del refrigerador y dejar atemperar hasta que alcancen la temperatura ambiental.
2		Anotar en el cuaderno de laboratorio en número de la posición, en número de registro y la identificación de las muestras a ser digeridas.
3		Colocar la pipeta automática en la posición "Pipetear". Medir 45.0 mL de la muestra y añadir al vaso de digestión. Repetir con las otras muestras. Medir y añadir 45.0 mL de agua desionizada en uno de los vasos al azar como "Blanco Metodológico".
4		Colocar la pipeta automática en la posición "Dispensar". Medir 4.0 mL x 10 dispensaciones de ácido nítrico suprapuro al 65% y añadir dicho volumen a cada vaso de digestión.
5		Medir 1.0 mL x 10 dispensaciones de ácido clorhídrico suprapuro al 30% y añadir dicho volumen a cada vaso de digestión.
6		Cerrar todos los vasos de digestión colocándoles su tapón y colocarlos en su respectiva camisa de presión, colocarles los diafragmas de sellado correspondientes. Colocar cada vaso en su respectivo segmento del rotor SK-10.
7		Cerrar cada vaso su segmento del rotor con la llave de torque utilizando la base de sujeción de vasos del equipo y aplicando fuerza en sentido horario sobre la prensa de cierre hermético, hasta que la llave de torque haga "click".
8		Armar el rotor SK-10 dentro del digestor START-D.
9		Colocar y conectar cuidadosamente la termocopla.
10		Cerrar la compuerta principal del digestor.

F.4. Procedimiento de carga del programa de digestión

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Utilizando la consola de interfase con el usuario, ingresar al menú "Program".
2		En el menú con el icono de folder abierto buscar el archivo "Agua-SK-10.mpr" y cargarlo.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad												
3	Profesional para análisis de metales pesados	En el menú "Wave", verificar que las condiciones sean las siguientes: <table><tr><th>Nr</th><th>t</th><th>E(W)</th><th>T1(°C)</th></tr><tr><td>1</td><td>15:00</td><td>1000</td><td>165</td></tr><tr><td>2</td><td>10:00</td><td>1000</td><td>165</td></tr></table>	Nr	t	E(W)	T1(°C)	1	15:00	1000	165	2	10:00	1000	165
Nr		t	E(W)	T1(°C)										
1		15:00	1000	165										
2		10:00	1000	165										
4		En caso de digerirse 5 vasos o menos, cambiar el E(W) a 500.												
5		En el menú "Run", verificar que la termocopla indique la temperatura ambiental.												
6	Presionar el botón "Start" y verificar que la corrida de digestión no presente anomalías durante el gradiente de temperatura.													
7	Encender la campana de extracción.													
8	Registrar la fecha, hora, analista responsable, número de muestras, estado del equipo y observaciones en la hoja de "Uso y Manejo de Equipos de Laboratorio", FMT-AMSA-02-016.													

F.5. Procedimiento de extracción de digeridos

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Una vez terminado el proceso de digestión, permitir que los segmentos del rotor y los vasos de digestión se atemperen hasta la temperatura ambiental.
2		Remover cuidadosamente la termocopla y colocarla a resguardo.
3		Colocar la base de sujeción de vasos del equipo en la campana de extracción. Colocar un segmento en la base de sujeción y utilizar la llave de torque para aflojar la prensa aplicando fuerza en sentido anti horario hasta que sea posible remover el vaso del segmento. Remover el diafragma de sellado y el tapón.
4		Verter el digerido en un recipiente de polietileno con taparroscas de 50.0 mL debidamente identificado. Cerrar y guardar.
5		Colocar los vasos de digestión y los tapones en el área de lavado de cristalería y ejecutar el procedimiento de lavado.

G. Criterios o Requisitos para la aprobación o rechazo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Si en algún caso se nota que la muestra ha sufrido fugas por liberación de presión excesiva, es necesario descartar el digerido y repetir el procedimiento para dicha muestra.

9.4.2. DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

El presente procedimiento tiene por objeto establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de arsénico en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de arsénico total en digeridos. con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de análisis

C.1. Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de horno de grafito. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3113B-As

D. Documentos Relacionados

- D.1.** POE-AMSA-02-001 Recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras acuosas
- D.2.** POE-AMSA-02-008 Lavado de Cristalería
- D.3.** POE-AMSA-03-001 Purificación de Agua Suprapura.
- D.4.** POE-AMSA-04-001 Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica.
- D.5.** FMT-AMSA-04-003 Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1.** Ácido nítrico suprapuro al 60%.
- E.1.2.** Argón ultrapuro.
- E.1.3.** Dilución de ácido nítrico al 0.2%.
- E.1.4.** Dilución de Pd de 50.00 mg/L.

E.2. Patrones de referencia:

- E.2.1.** Dilución stock de As de 0.0600 mg/L.
- E.2.2.** Estándar de As trazable de 1000.00 mg/L.

E.3. Materiales

- E.3.1.** Balones aforados de 25.0 mL.
- E.3.2.** Pizetas con agua suprapura.
- E.3.3.** Viales de polipropileno desechables de 2.0 mL.
- E.3.4.** Viales vidrio de 10.0 mL.

E.4. Equipos

E.4.1. Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.

E.4.2. Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.

E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central y el módulo del horno de grafito del espectrofotómetro.
3		Abrir las llaves de gas argón, registrar en la hoja de condiciones del equipo la presión inicial en psi.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de As en la posición 2.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
5	Profesional para análisis de metales pesados	Alimentar el carrusel del automuestreador con los viales identificados, cada uno con aproximadamente 1.0 mL de la muestra digerida correspondiente. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles cada 10 muestras.

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo" ⇒ "Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de arsénico.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para arsénico. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno" ⇒ "Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Realizar una evaluación de optimización de señal sin el cabezal del horno de grafito instalado, graduando los tornillos de la parte posterior de la conexión de la lámpara a modo de obtener la máxima señal en el indicador del software.
3		Repetir la optimización de la señal luego de instalar el cabezal del horno de grafito, graduando la altura y profundidad del bloque con los tornillos de ajuste manual.
4		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en la hoja de condiciones del equipo FMT-AMSA-04-003 Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío
5		Ajustar la posición del capilar del automuestreador.

F.5. Procedimiento de ajuste del capilar del automuestreador

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar el automuestreador en la posición de sujeción del chasis del módulo principal, conectando el cable de datos y el tubo de argón al módulo del horno de grafito.
2		Llenar el depósito inferior con dilución de ácido nítrico al 0.2%.
3		Asegurándose que el tubo de desechos se encuentre conectado, ya sea en el botón de "Optimizar", o en el de "Utilidades del Horno", ubicar el botón de "Lavar", y presionarlo varias veces, a modo de llenar el estanque de lavado del capilar.
4		Ubicar el botón "Video Horno", ya sea en la ventana del botón "Optimizar", o en la pestaña de botones de control.
5		Ajustar la posición de ingreso del capilar al tubo de grafito asistiendo de "Utilidades del Horno" ⇒ "Alinear", la imagen de video, los tornillos de ajuste y una lámpara.
6		Cuando el capilar esté correctamente alineado, colocar la chimenea de evacuación de gases.

F.6. Procedimiento de acondicionamiento del tubo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 52 un vial de 10 mL con agua suprapura y en la posición 53, un vial de 10 mL con una dilución de Pd de 50 mg/L.
2		Encender el chiller y la campana de extracción.
3		Presionar "Utilidades del Horno" ⇒ "Acondicionar tubo", ajustando a 2 ciclos.
4		Verificar a través de la imagen de video que la muestra se evapore sin proyecciones.
5		Si existe señal analítica por suciedad en el tubo, repetir el procedimiento hasta obtener una línea base plana.

F.7. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 51 un vial con aproximadamente 1.0 mL de la dilución stock de As.
2		Presionar el botón "Empezar".
3		Verificar la lista de requisitos que aparece en pantalla y presionar "Ok".

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
4	Profesional para análisis de metales pesados	Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.
5		Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
6		Registrar los resultados de los viales de blancos metodológicos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.

9.4.3. DETERMINACIÓN DE CADMIO TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

Establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de cadmio en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de cadmio total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de análisis

Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de horno de grafito. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3113B-Cd

D. Documentos Relacionados

- | | |
|-----------------------------|---|
| D.1. POE-AMSA-03-001 | Purificación de Agua Suprapura. |
| D.2. POE-AMSA-04-001 | Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica. |
| D.3. FMT-AMSA-04-003 | Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío |

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1.** Ácido nítrico suprapuro al 60%.
- E.1.2.** Argón ultrapuro.
- E.1.3.** Dilución de ácido nítrico al 0.2%.
- E.1.4.** Dilución de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ de 5000.00 mg/L.

E.2. Patrones de referencia:

- E.2.1.** Dilución stock de Cd de 0.0100 mg/L.
- E.2.2.** Estándar de Cd trazable de 1000.00 mg/L.

E.3. Materiales

- E.3.1.** Balones aforados de 25.0 mL.
- E.3.2.** Pizetas con agua suprapura.
- E.3.3.** Viales de polipropileno desechables de 2.0 mL.
- E.3.4.** Viales vidrio de 10.0 mL.

E.4. Equipos

- E.4.1.** Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.
- E.4.2.** Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.

E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central y el módulo del horno de grafito del espectrofotómetro.
3		Abrir las llaves de gas argón, registrar en la hoja de condiciones del equipo la presión inicial en psi.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Cd en la posición 1.
5		Alimentar el carrusel del automuestreador con los viales identificados, cada uno con aproximadamente 1.0 mL de la muestra digerida correspondiente. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles cada 10 muestras.

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo"⇒"Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de cadmio.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para cadmio. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno"⇒"Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Realizar una evaluación de optimización de señal sin el cabezal del horno de grafito instalado, graduando los tornillos de la parte posterior de la conexión de la lámpara a modo de obtener la máxima señal en el indicador del software.
3		Repetir la optimización de la señal luego de instalar el cabezal del horno de grafito, graduando la altura y profundidad del bloque con los tornillos de ajuste manual.
4		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en la hoja de condiciones del equipo FMT-AMSA-04-003. Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío.
5		Ajustar la posición del capilar del automuestreador.

F.5. Procedimiento de ajuste del capilar del automuestreador

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar el automuestreador en la posición de sujeción del chasis del módulo principal, conectando el cable de datos y el tubo de argón al módulo del horno de grafito.
2		Llenar el depósito inferior con dilución de ácido nítrico al 0.2%.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Profesional para análisis de metales pesados	Asegurándose que el tubo de desechos se encuentre conectado, ya sea en el botón de "Optimizar", o en el de "Utilidades del Horno", ubicar el botón de "Lavar", y presionarlo varias veces, a modo de llenar el estanque de lavado del capilar.
4		Ubicar el botón "Video Horno", ya sea en la ventana del botón "Optimizar", o en la pestaña de botones de control.
5		Ajustar la posición de ingreso del capilar al tubo de grafito asisténdose de "Utilidades del Horno" ⇒ "Alinear", la imagen de video, los tornillos de ajuste y una lámpara.
6		Cuando el capilar esté correctamente alineado, colocar la chimenea de evacuación de gases.

F.6. Procedimiento de acondicionamiento del tubo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 52 un vial de 10 mL con agua suprapura y en la posición 53, un vial de 10 mL con una dilución de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ de 5000 mg/L.
2		Encender el chiller y la campana de extracción.
3		Presionar "Utilidades del Horno" ⇒ "Acondicionar tubo", ajustando a 2 ciclos.
4		Verificar a través de la imagen de video que la muestra se evapore sin proyecciones.
5		Si existe señal analítica por suciedad en el tubo, repetir el procedimiento hasta obtener una línea base plana.

F.7. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 51 un vial con aproximadamente 1.0 mL de la dilución stock de Cd.
2		Presionar el botón "Empezar".
3		Verificar la lista de requisitos que aparece en pantalla y presionar "Ok".
4		Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
5	Profesional para análisis de	Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
6	metales pesados	Registrar los resultados de los viales de blancos metodológicos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.



9.4.4. DETERMINACIÓN DE CROMO TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

El presente procedimiento tiene por objeto establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de cromo en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de cromo total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de análisis

Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de horno de grafito. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3113B-Cr

D. Documentos Relacionados

D.1. POE-AMSA-03-001 Purificación de Agua Suprapura.

D.2. POE-AMSA-04-001 Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica.

D.3. FMT-AMSA-04-003 Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Ácido nítrico suprapuro al 60%.

E.1.2. Argón ultrapuro.

E.1.3. Dilución de ácido nítrico al 0.2%.

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Estándar de Cr trazable de 1000.00 mg/L.

E.2.2. Dilución stock de Cr de 0.0100 mg/L.

E.3. Materiales

E.3.1. Balones aforados de 25.0 mL.

E.3.2. Pizetas con agua suprapura.

E.3.3. Viales de polipropileno desechables de 2.0 mL.

E.3.4. Viales vidrio de 10.0 mL.

E.4. Equipos

E.4.1. Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.

E.4.2. Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.



E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central y el módulo del horno de grafito del espectrofotómetro.
3		Abrir las llaves de gas argón, registrar en la hoja de condiciones del equipo la presión inicial en psi.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Cr en la posición 4.
5		Alimentar el carrusel del automuestreador con los viales identificados, cada uno con aproximadamente 1.0 mL de la muestra digerida correspondiente. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles cada 10 muestras.

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo"⇒"Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de cromo.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para cromo. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno"⇒"Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Realizar una evaluación de optimización de señal sin el cabezal del horno de grafito instalado, graduando los tornillos de la parte posterior de la conexión de la lámpara a modo de obtener la máxima señal en el indicador del software.
3		Repetir la optimización de la señal luego de instalar el cabezal del horno de grafito, graduando la altura y profundidad del bloque con los tornillos de ajuste manual.
4		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en la hoja de condiciones del equipo FMT-AMSA-04-003. Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío.
5		Ajustar la posición del capilar del automuestreador.

F.5. Procedimiento de ajuste del capilar del automuestreador

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar el automuestreador en la posición de sujeción del chasis del módulo principal, conectando el cable de datos y el tubo de argón al módulo del horno de grafito.
2		Llenar el depósito inferior con dilución de ácido nítrico al 0.2%.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Profesional para análisis de metales pesados	Asegurándose que el tubo de desechos se encuentre conectado, ya sea en el botón de "Optimizar", o en el de "Utilidades del Horno", ubicar el botón de "Lavar", y presionarlo varias veces, a modo de llenar el estanque de lavado del capilar.
4		Ubicar el botón "Video Horno", ya sea en la ventana del botón "Optimizar", o en la pestaña de botones de control.
5		Ajustar la posición de ingreso del capilar al tubo de grafito asistiéndose de "Utilidades del Horno" ⇒ "Alinear", la imagen de video, los tornillos de ajuste y una lámpara.
6		Cuando el capilar esté correctamente alineado, colocar la chimenea de evacuación de gases.

F.6. Procedimiento de acondicionamiento del tubo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 52 un vial de 10 mL con agua suprapura.
2		Encender el chiller y la campana de extracción.
3		Presionar "Utilidades del Horno" ⇒ "Acondicionar tubo", ajustando a 2 ciclos.
4		Verificar a través de la imagen de video que la muestra se evapore sin proyecciones.
5		Si existe señal analítica por suciedad en el tubo, repetir el procedimiento hasta obtener una línea base plana.

F.7. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 51 un vial con aproximadamente 1.0 mL de la dilución stock de Cr.
2		Presionar el botón "Empezar" y luego "Ok"
3		Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.
4		Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
5		Registrar los resultados de los viales de blancos metodológicos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.



9.4.5. DETERMINACIÓN DE COBRE TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

El presente procedimiento tiene por objeto establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de cobre en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Método de análisis

Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de llama. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3111B-Cu

C. Responsabilidad y autoridad

C.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de cobre total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

D. Documentos Relacionados

- D.1. POE-AMSA-02-001 Recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras acuosas
- D.2. POE-AMSA-02-008 Lavado de Cristalería
- D.3. POE-AMSA-03-001 Purificación de Agua Suprapura.
- D.4. POE-AMSA-04-001 Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica.
- D.5. FMT-AMSA-04-002 Registro de análisis por Absorción atómica en llama

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1. Ácido nítrico suprapuro al 60%.
- E.1.2. Acetileno grado industrial.
- E.1.3. Compresor con depósito de aire comprimido.

E.2. Patrones de referencia:

- E.2.1. Estándar de Cu trazable de 1000.00 mg/L.
- E.2.2. Diluciones stock de Cu de 0.2000, 1.0000 y 2.0000 mg/L.

E.3. Materiales

- E.3.1. Balones aforados de 25.0 mL y 50.0 mL.
- E.3.2. Beakers de vidrio de 100.0 mL y 250.0 mL.
- E.3.3. Pizetas con agua suprapura.

E.4. Equipos

- E.4.1. Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.

E.4.2. Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.

E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central
3		Abrir las llaves de gas acetileno y de aire comprimido del compresor, registrar en el formato la presión inicial en psi del acetileno.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Cu en la posición 1.
5		Instalar el módulo de atomización, el quemador y el tubo de drenaje de desechos.

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo"⇒"Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de cobre.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para cobre. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno"⇒"Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Alinear la posición del quemador utilizando una tarjeta de alineación y los tornillos de ajuste manual de altura y profundidad del bloque.
3		Colocar el escudo de protección de llama y la chimenea de evacuación de gases en el chasis del módulo central.
4		Sumergir el tubo de succión en agua suprapura contenida en un beaker de 250.0 mL.
5		Presionar el botón de ignición y realizar una optimización de la señal.
6		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en el formulario FMT-AMSA-04-002. Registro de análisis por Absorción atómica en llama.

F.5. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Presionar el botón "Empezar".
2		Verificar la lista de requisitos que aparece en pantalla y presionar "Ok".

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Profesional para análisis de metales pesados	Alimentar el tubo de succión con las diluciones correspondientes a 0.2000, 1.0000 y 2.0000 mg/L de Cu, correspondientes a los estándares 1, 2 y 3.
4		Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.
5		Continuar la alimentación del tubo de succión con las muestras correspondientes que el programa vaya solicitando. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles de 1.000 mg/L cada 10 muestras.
6		Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
7		Registrar los resultados de los blancos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.



9.4.6. DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

El presente procedimiento tiene por objeto establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de hierro en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Método de análisis

Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de llama. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3111B-Fe

C. Responsabilidad y autoridad

C.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

C.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de hierro total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

D. Documentos Relacionados

- D.1. POE-AMSA-02-001 Recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras acuosas
- D.2. POE-AMSA-02-008 Lavado de Cristalería
- D.3. POE-AMSA-03-001 Purificación de Agua Suprapura.
- D.4. POE-AMSA-04-001 Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica.
- D.5. FMT-AMSA-04-002 Registro de análisis por Absorción atómica en llama

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1. Ácido nítrico suprapuro al 60%.
- E.1.2. Acetileno grado industrial.
- E.1.3. Compresor con depósito de aire comprimido.

E.2. Patrones de referencia:

- E.2.1. Estándar de Fe trazable de 1000.00 mg/L.
- E.2.2. Diluciones stock de Fe de 1.2500, 2.5000 y 5.0000 mg/L.

E.3. Materiales

- E.3.1. Balones aforados de 25.0 mL y 50.0 mL.
- E.3.2. Beakers de vidrio de 100.0 mL y 250.0 mL.
- E.3.3. Pizetas con agua suprapura.

E.4. Equipos

- E.4.1. Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.

E.4.2. Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.

E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central
3		Abrir las llaves de gas acetileno y de aire comprimido del compresor, registrar en el formato la presión inicial en psi del acetileno.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Fe en la posición 4.
5		Instalar el módulo de atomización, el quemador y el tubo de drenaje de desechos.

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo"⇒"Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de hierro.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para hierro. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno"⇒"Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Alinear la posición del quemador utilizando una tarjeta de alineación y los tornillos de ajuste manual de altura y profundidad del bloque.
3		Colocar el escudo de protección de llama y la chimenea de evacuación de gases en el chasis del módulo central.
4		Sumergir el tubo de succión en agua suprapura contenida en un beaker de 250.0 mL.
5		Presionar el botón de ignición y realizar una optimización de la señal.
6		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en el formulario FMT-AMSA-04-002. Registro de análisis por Absorción atómica en llama.

F.5. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Presionar el botón "Empezar".
2		Verificar la lista de requisitos que aparece en pantalla y presionar "Ok".

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Profesional para análisis de metales pesados	Alimentar el tubo de succión con las diluciones correspondientes a 1.2500, 2.5000 y 5.0000 mg/L de Fe, correspondientes a los estándares 1, 2 y 3.
4		Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.
5		Continuar la alimentación del tubo de succión con las muestras correspondientes que el programa vaya solicitando. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles de 1.000 mg/L cada 10 muestras.
6		Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
7		Registrar los resultados de los blancos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.

9.4.7. DETERMINACIÓN DE NÍQUEL TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

Establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de níquel en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de níquel total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de análisis

Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de llama. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3111B-Ni

D. Documentos Relacionados

- | | |
|-----------------------------|--|
| D.1. POE-AMSA-02-001 | Recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras acuosas |
| D.2. POE-AMSA-02-008 | Lavado de Cristalería |
| D.3. POE-AMSA-03-001 | Purificación de Agua Suprapura. |
| D.4. POE-AMSA-04-001 | Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica. |
| D.5. FMT-AMSA-04-002 | Registro de análisis por Absorción atómica en llama |

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1.** Ácido nítrico suprapuro al 60%.
- E.1.2.** Acetileno grado industrial.
- E.1.3.** Compresor con depósito de aire comprimido.

E.2. Patrones de referencia:

- E.2.1.** Estándar de Ni trazable de 1000.00 mg/L.
- E.2.2.** Diluciones stock de Ni de 1.5000, 3.0000 y 6.0000 mg/L.

E.3. Materiales

- E.3.1.** Balones aforados de 25.0 mL y 50.0 mL.
- E.3.2.** Beakers de vidrio de 100.0 mL y 250.0 mL.
- E.3.3.** Pizetas con agua suprapura.

E.4. Equipos

- E.4.1.** Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.
- E.4.2.** Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.

E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central
3		Abrir las llaves de gas acetileno y de aire comprimido del compresor, registrar en el formato la presión inicial en psi del acetileno.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Ni en la posición 4.
5		Instalar el módulo de atomización, el quemador y el tubo de drenaje de desechos.

9.4.8. DETERMINACIÓN DE CINCO TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

Establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de Cinc en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de Cinc total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de análisis

C.1. Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de llama. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3111B-Zn

D. Documentos Relacionados

- | | |
|-----------------------------|--|
| D.1. POE-AMSA-02-001 | Recolección, transporte, preservación y almacenamiento de muestras acuosas |
| D.2. POE-AMSA-02-008 | Lavado de Cristalería |
| D.3. POE-AMSA-03-001 | Purificación de Agua Suprapura. |
| D.4. POE-AMSA-04-001 | Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica. |
| D.5. FMT-AMSA-04-002 | Registro de análisis por Absorción atómica en llama |

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

- E.1.1.** Ácido nítrico suprapuro al 60%.
- E.1.2.** Acetileno grado industrial.
- E.1.3.** Compresor con depósito de aire comprimido.

E.2. Patrones de referencia:

- E.2.1.** Estándar de Zn trazable de 1000.00 mg/L.
- E.2.2.** Diluciones stock de Zn de 0.2000, 0.4000 y 0.4000 mg/L.

E.3. Materiales

- E.3.1.** Balones aforados de 25.0 mL y 50.0 mL.
- E.3.2.** Beakers de vidrio de 100.0 mL y 250.0 mL.
- E.3.3.** Pizetas con agua suprapura.

E.4. Equipos

E.4.1. Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.

E.4.2. Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.

E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.

E.5. Equipo de protección personal

E.5.1. Bata

E.5.2. Guantes.

E.5.3. Lentes de protección.

E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico:

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central
3		Abrir las llaves de gas acetileno y de aire comprimido del compresor, registrar en el formato la presión inicial en psi del acetileno.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Zn en la posición 1.

5		Instalar el módulo de atomización, el quemador y el tubo de drenaje de desechos.
---	--	--

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo"⇒"Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de cinc.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para cinc. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno"⇒"Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Alinear la posición del quemador utilizando una tarjeta de alineación y los tornillos de ajuste manual de altura y profundidad del bloque.
3		Colocar el escudo de protección de llama y la chimenea de evacuación de gases en el chasis del módulo central.
4		Sumergir el tubo de succión en agua suprapura contenida en un beaker de 250.0 mL.
5		Presionar el botón de ignición y realizar una optimización de la señal.
6		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en el formulario FMT-AMSA-04-002. Registro de análisis por Absorción atómica en llama.

F.5. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1		Presionar el botón "Empezar".

2	Profesional para análisis de metales pesados	Verificar la lista de requisitos que aparece en pantalla y presionar "Ok".
Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Profesional para análisis de metales pesados	Alimentar el tubo de succión con las diluciones correspondientes a 0.2000, 0.4000 y 0.4000 mg/L de Zn, correspondientes a los estándares 1, 2 y 3.
4		Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.
5		Continuar la alimentación del tubo de succión con las muestras correspondientes que el programa vaya solicitando. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles de 0.4000 mg/L cada 10 muestras.
6		Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
7		Registrar los resultados de los blancos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.

9.4.9. DETERMINACIÓN DE PLOMO TOTAL EN DIGERIDOS

A. Objetivo

Establecer los lineamientos operativos para el desarrollo del análisis de plomo en muestras digeridas, a desarrollarse en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lago, de AMSA.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en metales: Aplicar este procedimiento para la obtención de la concentración de plomo total en digeridos, con destino a ser analizadas por presencia de metales en el área de absorción atómica.

C. Método de análisis

Espectrofotometría de absorción atómica en la modalidad de horno de grafito. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 3113B-Cr

D. Documentos Relacionados

- | | |
|-----------------------------|---|
| D.1. POE-AMSA-03-001 | Purificación de Agua Suprapura. |
| D.2. POE-AMSA-04-001 | Digestión Asistida por Microondas para Análisis por Absorción Atómica. |
| D.3. FMT-AMSA-04-003 | Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío |

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos:

E.1.1. Ácido nítrico suprapuro al 60%.

E.1.2. Argón ultrapuro.

E.1.3. Dilución de ácido nítrico al 0.2%.

E.1.4. Dilución de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ de 5000.00 mg/L.

E.2. Patrones de referencia:

E.2.1. Estándar de Pb trazable de 1000.00 mg/L.

E.2.2. Dilución stock de Pb de 0.0450 mg/L.

E.3. Materiales

E.3.1. Balones aforados de 25.0 mL.

E.3.2. Pizetas con agua suprapura.

E.3.3. Viales de polipropileno desechables de 2.0 mL.

E.3.4. Viales vidrio de 10.0 mL.

E.4. Equipos

- E.4.1. Computadora con el software SpectrAA 5.1 PRO en línea con el espectrofotómetro.
- E.4.2. Espectrofotómetro de absorción atómica, con módulo de horno de grafito y automuestreador.
- E.4.3. Pipeta graduable de 1000-100 μ L con tips desechables.
- E.5. Equipo de protección personal
 - E.5.1. Bata
 - E.5.2. Guantes.
 - E.5.3. Lentes de protección.
 - E.5.4. Máscara antigás con filtro para vapores ácidos y carbón activado.

F. Procedimiento

F.1. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	La preparación de disoluciones que involucren el uso de ácido nítrico concentrado debe realizarse en la campana de extracción, con uso completo del equipo de seguridad personal.
2		Los análisis que involucren el uso del espectrofotómetro de absorción atómica deben realizarse en observancia continua de las medidas de salud y seguridad ocupacional, especialmente en el manejo del cilindro de gas argón y con el uso del extractor de gases durante el procedimiento.
3		Los residuos líquidos deben recolectarse en un bidón preparado e identificado para tal fin para posterior tratamiento especial.
4		Al desarrollarse en el ambiente de laboratorio, debe contarse con el registro diario de condiciones de operación del equipo.

F.2. Procedimiento de preparación del hardware espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Encender la computadora e ingresar al usuario "absorcion", clave: 12345678.
2		Encender el módulo central y el módulo del horno de grafito del espectrofotómetro.
3		Abrir las llaves de gas argón, registrar en la hoja de condiciones del equipo la presión inicial en psi.
4		De no estar colocada, colocar la lámpara de Pb en la posición 1.
5		Alimentar el carrusel del automuestreador con los viales identificados, cada uno con aproximadamente 1.0 mL de la

muestra digerida correspondiente. Colocar blancos metodológicos al principio y al final de la corrida y controles cada 10 muestras.

F.3. Procedimiento de preparación del software espectrofotométrico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Abrir el software SpectrAA y elegir las opciones: "Hoja de Trabajo"⇒"Nueva desde..."
2		Elegir una plantilla preprogramada con el método de análisis de plomo.
3		Revisar si la lámpara se ha encendido al cargar la plantilla del método para plomo. En caso negativo, encenderla en: "Utilidades del Horno"⇒"Encender lámparas".
4		Renombrar con la fecha del día y añadir al nombre la terminación 01 o el ordinal correspondiente.
5		En la pestaña "Etiquetas", numerar y nombrar las muestras según el orden que tienen en el carrusel del automuestreador.

F.4. Procedimiento de optimización de la señal de la lámpara

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos, o hasta que la señal se estabilice y no se aprecie disminución de la misma durante 5 minutos.
2		Realizar una evaluación de optimización de señal sin el cabezal del horno de grafito instalado, graduando los tornillos de la parte posterior de la conexión de la lámpara a modo de obtener la máxima señal en el indicador del software.
3		Repetir la optimización de la señal luego de instalar el cabezal del horno de grafito, graduando la altura y profundidad del bloque con los tornillos de ajuste manual.
4		Registrar el porcentaje de ganancia inicial de la lámpara en la hoja de condiciones del equipo FMT-AMSA-04-003. Registro de análisis por Absorción atómica en horno de grafito y vapor frío.
5		Ajustar la posición del capilar del automuestreador.

F.5. Procedimiento de ajuste del capilar del automuestreador

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
-------------	------------------	-----------------------------

1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar el automuestreador en la posición de sujeción del chasis del módulo principal, conectando el cable de datos y el tubo de argón al módulo del horno de grafito.
2		Llenar el depósito inferior con dilución de ácido nítrico al 0.2%.
Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
3	Profesional para análisis de metales pesados	Asegurándose que el tubo de desechos se encuentre conectado, ya sea en el botón de "Optimizar", o en el de "Utilidades del Horno", ubicar el botón de "Lavar", y presionarlo varias veces, a modo de llenar el estanque de lavado del capilar.
4		Ubicar el botón "Video Horno", ya sea en la ventana del botón "Optimizar", o en la pestaña de botones de control.
5		Ajustar la posición de ingreso del capilar al tubo de grafito asistiéndose de "Utilidades del Horno" ⇒ "Alinear", la imagen de video, los tornillos de ajuste y una lámpara.
6		Cuando el capilar esté correctamente alineado, colocar la chimenea de evacuación de gases.

F.6. Procedimiento de acondicionamiento del tubo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 52 un vial de 10 mL con agua suprapura y en la posición 53, un vial de 10 mL con una dilución de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ de 5000 mg/L.
2		Encender el chiller y la campana de extracción.
3		Presionar "Utilidades del Horno" ⇒ "Acondicionar tubo", ajustando a 2 ciclos.
4		Verificar a través de la imagen de video que la muestra se evapore sin proyecciones.
5		Si existe señal analítica por suciedad en el tubo, repetir el procedimiento hasta obtener una línea base plana.

F.7. Procedimiento analítico

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Colocar en la posición 51 un vial con aproximadamente 1.0 mL de la dilución stock de Pb.
2		Presionar el botón "Empezar".
3		Verificar la lista de requisitos que aparece en pantalla y presionar "Ok".

4		Comprobar que la calibración arroje una curva de calibración válida y los resultados sean obtenidos sean numéricos. Si se recibe el resultado "UNCAL", se debe repetir la calibración.
Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
5	Profesional para análisis de metales pesados	Registrar en el formato del diagrama de control los resultados de los viales de control, asegurándose que cumplan con los límites establecidos.
6		Registrar los resultados de los viales de blancos metodológicos en el formato de cálculo de límite de detección.

G. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L) en el formato FMT-AMSA-02-004. Orden de Análisis de Laboratorio: ABSORCIÓN ATÓMICA que corresponda a la muestra analizada.

9.5 ANÁLISIS DE CONTAMINANTES VOLÁTILES Y SEMIVOLÁTILES

A. Objetivo

Identificar cualitativamente mediante la técnica de Cromatografía de Gases y espectrometría de masas de tiempo de vuelo, GC/MS-TOF los contaminantes orgánicos volátiles y semivolátiles presentes en las muestras de aguas naturales.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos: Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos en el presente procedimiento.

B.2. Personal en cromatografía de gases: Aplicar este procedimiento para la identificación cualitativa de contaminante volátiles y semivolátiles en muestras de agua.

C. Método de análisis

Metodología utilizada: Non target Screening en GC/MS-TOF

D. Documentos Relacionados

POE-AMSA-06-001 Análisis de contaminantes volátiles y semivolátiles

E. Material y equipo

E.1. Materiales

E.1.1. Botellas de vidrio ámbar 1000ml.

E.1.2. Ampolla de separación con llave de teflón de 1L

E.1.3. Probetas de vidrio de 1000 ml

E.1.4. Embudos de vidrio

E.1.5. Beakers de diferentes volúmenes

E.1.6. Pipeta Automática de de 5 y 10 ml con sus respectivos tips.

E.1.7. Tubos cónicos de 50 ml para centrifugadora

E.1.8. Jeringa de vidrio de 10 ml.

E.1.9. Filtro de 45 µm nylon para jeringa.

E.1.10. Viales de vidrio ámbar de 2ml con septa.

E.2. Equipos

E.2.1. Campana de extracción

E.2.2. Sujetador de ampollas de extracción

E.2.3. Horno a 100°C

E.2.4. Muffa

E.2.5. Agitador Vortex

E.2.6. Centrifugadora

- E.2.7. Rotavapor
- E.2.8. Cromatógrafo de Gases con Detector de Masas
- E.3. Equipo de protección personal
 - E.3.1. Guantes
 - E.3.2. Bata de manga larga
 - E.3.3. Lentes de seguridad.
 - E.3.4. Mascarilla para vapores orgánicos

F. Procedimiento

F.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional en cromatografía de gases	Se identifica la muestra en la base de datos.
2		Preparación de cristalería empleada en el análisis.
3		Se lavan con el procedimiento estándar de lavado de laboratorio
4		Se dejan secando a temperatura ambiente en un lugar limpio.
5		Se colocan en la mufla a 300 grados durante 15min.
6		Se identifican y se guardan tapados hasta el momento de uso.

F.2. Procedimiento de preparación de muestra

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional en cromatografía de gases	Con una probeta de 1000ml, se sirven 1000 ml de la muestra en cada ampolla de separación identificada.
2		Se agregan 10 ml de tolueno grado GC a cada ampolla y se tapa.
3		Se debe agitar fuertemente durante 5 minutos. Con pausas periódicas para liberación de presión.
4		Se deja reposar la ampolla por un mínimo de 4 horas.
5		Se separa la fase acuosa en un beaker de 1 L y la fase orgánica (con o sin emulsión) se colecta en tubos de 50 ml para centrifugadora.
6		La fase acuosa se regresa a la botella de muestreo para posterior tratamiento de desechos
7		Se desecha la fase acuosa a través de un filtro de carbón activo. El residuo se desecha.
8		Los tubos conteniendo la fase orgánica se centrifugan a 6000 rpm durante 7 minutos.
9		Se preparan las jeringas de vidrio con 2 gramos de sulfato de sodio anhidro y 1 gramo de PSA y C18.

10		Con ayuda de una pipeta automática de se transfieren 5ml de la fase orgánica hacia las jeringas y se filtran 2 ml recolectando en viales de 2ml.
11		Se etiquetan los viales y guardan en refrigeración a 4°C hasta su posterior inyección en el cromatógrafo.

F.3. Análisis cromatográfico

F.3.1. Condiciones de operación

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1		Método inlet: Agilent 10µL injection 1µL A Modo de inyección: Splitless, Jeringa: 10µL Flujo de Helio: 1 ml/min Temperatura del inyector: 200°C toda la corrida.
2	Profesional en cromatografía de gases	Método cromatográfico: Non-target screening Columna: Capilar 30 m, diámetro interno 250µm. Fase: RXi-5SM Temperatura del horno: Rampa. Inicio: 150 °C y aumentando 5°C/ min hasta 290°C final. Temperatura línea de transferencia: 250°C Septum flujo de Purga: 3ml/min Tiempo de purga inlet: 30 seg Flujo de purga inlet: 20 mL/min Total, de flujo splitless: 21 mL/min Temperatura del horno: Rampa. Inicio: 150 °C y aumentando 5°C/ min hasta 290°C final.

F.3.2. Condiciones de operación del detector de masas

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional en cromatografía de gases	Active_extraction: 20 Active_filament: -70 Active_repeller:-200 Deflector_HS:499 DET_Bias:1907.4 DET_IN:-2600 DRIFT:-2500 Emission current:1 Inactive_extraction:300 Inactive_filament: -100 IonMode:1 IonSource:250 Moderator: -281.75 Negative HV Rail:-3800 Positive HV:3800

F.3.3. Método de Procesamiento de datos: DP Pesticides 2

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional en cromatografía de gases	Señal: XIC Tolerancia de masas: 500ppm Filtro de picos Reporte: On S/N minima: 150 Stick count minima: 3 Similitud spectral: librerías mainlib y nist_ri

H. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional en cromatografía de gases	Se recopila la información presentada en la tabla de picos (Peak table).
2		Los resultados no identificados por el método deben resolverse manualmente bajo el criterio de similitud de espectros de masas, mayor porcentaje de similitud, y mayor S/N.
3		Los compuestos identificados se clasifican en las siguientes categorías de interés por su relevancia medioambiental: -Biocidas



**Autoridad para el Manejo
Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

- Fragancias.
- Pesticidas y sus metabolitos
- Alquilbencenos
- Plastificantes y antioxidantes
- Hidrocarburos poli cíclicos aromáticos
- Surfactantes
- Farmacéuticos y drogas de abuso
- Lubricantes, solventes y productos industriales

9.6 BIODIVERSIDAD

9.6.1. COLECTA, TRANSPORTE Y PRESERVACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

A. Objetivo

Establecer el procedimiento adecuado para la colecta de macroinvertebrados bénticos. Además, describir el correcto transporte, preservación y almacenamiento de las muestras recolectadas.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio: velar por el cumplimiento de las instrucciones establecidas en el presente procedimiento.

B.2. Personal técnico: aplicar cada una de las instrucciones descritas en el presente procedimiento, de manera que se asegure la correcta colecta, transporte, preservación y almacenamiento de la muestra de macroinvertebrados bénticos.

C. Método de análisis

Metodología de muestreo multi-hábitat de macroinvertebrados acuáticos mediante el uso de la red "D" (Barbour *et al.*, 1999).

D. Material y Equipo

D.1. Reactivos

D.1.1. Alcohol etílico con una concentración al 95%

D.1.2. Alcohol etílico con una concentración al 70%

D.2. Materiales

D.2.1. Recipientes plásticos para colecta, preferiblemente de boca ancha y tapa de rosca.

D.2.2. Recipientes de tapón rojo, con un volumen de 50 ml.

D.2.3. Pizetas con alcohol.

D.2.4. Cubeta plástica o de acero inoxidable.

D.2.5. Pinzas

D.3. Equipos

D.3.1. Red en "D" con una luz de malla de 500 μ m.

D.3.2. Cronómetro o temporizador.

D.4. Equipo de protección personal

D.4.1. Guantes de nitrilo.

D.4.2. Traje de vadeo.

D.4.3. Botas de hule.

E. Condiciones ambientales y de bioseguridad requeridas.

E.1. Condiciones ambientales: Es necesario considerar que cuando el ancho, profundidad y corriente del río sean demasiado fuertes, se debe coleccionar las muestras en la orilla (hasta donde la fuerza de la corriente lo permita), siempre procurando tomar en cuenta la mayor cantidad de hábitats y considerando que las profundidades sean superficiales.

E.2. Condiciones de bioseguridad: Colocarse todo el equipo de seguridad (guantes de nitrilo, botas de hule o wader de neopreno). Se recomienda el uso de guantes que protejan todo el antebrazo, para evitar el contacto con aguas contaminadas y que sean de un material resistente, para protegerse de algún peligro al introducir las manos en el río, al lavar piedras o remover material.

F. Condiciones ambientales y de bioseguridad requeridas.

F.1. Condiciones ambientales: Es necesario considerar que cuando el ancho, profundidad y corriente del río sean demasiado fuertes, se debe coleccionar las muestras en la orilla (hasta donde la fuerza de la corriente lo permita), siempre procurando tomar en cuenta la mayor cantidad de hábitats y considerando que las profundidades sean superficiales (Sermeño, 2010).

F.2. Condiciones de bioseguridad: Colocarse todo el equipo de seguridad (guantes de nitrilo, botas de hule o wader de neopreno). Se recomienda el uso de guantes que protejan todo el antebrazo, para evitar el contacto con aguas contaminadas y que sean de un material resistente, para protegerse de algún peligro al introducir las manos en el río, al lavar piedras o remover material.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

Etiquetar los recipientes plásticos con la siguiente información

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Colocar número de identificación de la muestra Nombre del punto de colecta, Fecha y hora de colecta, Tipo de muestra.

G.2. Etiquetar los recipientes plásticos de tapa roja (volumen 50 ml) con la siguiente información

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Colocar número de identificación de la muestra Nombre del punto de colecta, Fecha y hora de colecta, Tipo de muestra.

A estos recipientes se les debe agregar el preservante en el laboratorio.

8.1		Utilizando pinzas y sin causar daño, se desprende el organismo de las paredes de la red.
Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
8.2	Especialista en biodiversidad	Estos organismos son depositados en recipientes de tapón rojo (50 ml) que contienen alcohol al 70%. Dichos recipientes tienen que ir identificados con el número de identificación de la muestra, punto, fecha y hora de colecta.
8.3		Esto se realiza con el objetivo de separar los organismos encontrados en campo y no volver a repetir el procedimiento de separación en laboratorio (en caso fueran depositados en el recipiente hondo).
9		Todo material que sea de mayor tamaño (rocas, ramas, etc.) se revisa cuidadosamente en busca de macroinvertebrados. Se descartan cuando se esté seguro de que no se encuentran organismos enganchados a estos materiales.
10		Todo el material que se haya depositado en el recipiente hondo, se procede a transferirlo a los recipientes blancos, procurando dejar $\frac{1}{4}$ del volumen del recipiente libre para poder agregar el preservante (alcohol 95%).
11		Luego de haber agregado el preservante, se procede a depositar todas las sub-muestras en los recipientes de transporte (hieleras, por ejemplo), hasta que sean depositadas en el laboratorio de biodiversidad, de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos para su respectivo análisis en laboratorio.

9.6.2. LIMPIEZA, SEPARACIÓN, IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS DE MACROINVERTEBRADOS

A. Objetivos

- A.1.** Establecer el procedimiento adecuado para la limpieza, separación, identificación taxonómica y almacenamiento de las muestras de macroinvertebrados.
- A.2.** Llevar un control de calidad de las muestras de macroinvertebrados identificadas.

B. Responsabilidad y autoridad

- B.1.** Encargado de Laboratorio: velar por el cumplimiento de las instrucciones establecidas en el presente procedimiento.
- B.2.** Personal técnico: aplicar cada una de las instrucciones descritas en el presente procedimiento, de manera que se asegure la limpieza, separación, identificación taxonómica, control de calidad y almacenamiento de la muestra de macroinvertebrados béticos.

C. Método de análisis

Metodología estandarizada de la limpieza y preservación de macroinvertebrados, que se aplica en El Salvador y Costa Rica (Sermeño, 2010; Prat y colaboradores, s.f.; Segnini, *et al.*, 2009).

D. Documentos Relacionados

FMT-AMSA-02-012 Cadena de custodia.

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos

- E.1.1.** Alcohol etílico con una concentración al 70%.
- E.1.2.** Glicerina

E.2. Materiales

- E.2.1.** Pizetas con solución de etanol al 70% y glicerina, en una proporción 9:1
- E.2.2.** Bandejas de plástico color blanco.
- E.2.3.** Viales de 10 ml de capacidad con respectiva tapadera y etiquetado
- E.2.4.** Pinzas para macroinvertebrados o similares.
- E.2.5.** Cajas de Petri o similares.

E.3. Equipos

- E.3.1.** Un tamiz con una luz de malla de 500 μ m.
- E.3.2.** Estereoscopio.

E.4. Equipo de protección personal

- E.4.1.** Guantes de nitrilo.

E.4.2. Bata de laboratorio con manga larga.

E.4.3. Lentes de protección.

F. Procedimiento

F.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Colocarse todo el equipo de protección personal. Se recomienda el uso de bata con manga larga que proteja todo el antebrazo, para evitar el contacto con aguas contaminadas a la hora de la limpieza de las muestras.
2		Preparar 1 litro de solución de etanol al 70% y glicerina, en proporción 9:1, esto es 9 partes de etanol por 1 parte de glicerina.
3		Sacar los viales necesarios para la separación de las muestras. Cada vial debe contener aproximadamente 7 ml de solución de etanol-glicerina, estar identificado con el código de la muestra, sitio de colecta, la fecha del monitoreo, identificación taxonómica e iniciales del taxónomo.

F.2. Limpieza de las muestras de macroinvertebrados

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Mezclar delicadamente la muestra colectada antes de abrirla, para homogenizarla.
2		Agregar al tamiz la mitad de la muestra (si se tiene mucho sedimento) o toda la muestra (si no hay sedimento) hasta que el recipiente/bolsa que la contiene quede vacío. Luego lavar el tamiz con agua del grifo hasta que el agua salga clara.
3		Transferir con agua el residuo del tamiz a una bandeja color blanco. Asegurarse que no quede nada en el tamiz.

F.3. Separación de macroinvertebrados de las muestras

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Después que tengamos la muestra ya limpia en la bandeja, se procede con la separación de macroinvertebrados.
2		Tomar con pinzas, uno a uno, los macroinvertebrados que tengamos a la vista y depositarlos en un vial previamente preparado, como se indica en el inciso G3 del numeral 9.2.5.1. Se puede ir removiendo con la pinza el sedimento asentado por si algún organismo se encontrara allí depositado. Revisar hojas, piedras, ramitas, ya que puede haber organismos

adheridos. Al terminar, dar un último repaso visual a la muestra para cerciorarse que no queden especímenes en la bandeja.

F.4. Identificación taxonómica de macroinvertebrados

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	En este proceso las muestras deben estar ya separadas e identificadas en viales de vidrio. En una caja de Petri se vacía el contenido de un vial, y se coloca bajo el estereoscopio.
2		Para observar de mejor manera las estructuras anatómicas de los organismos se ve bajo el objetivo 2x, y con ayuda de claves taxonómicas se identifica cada organismo hasta el menor nivel taxonómico posible.
3		Separar los organismos por afinidad taxonómica, depositándolos en viales preparados como se indica en el inciso G3 del numeral 9.2.5.1.

F.5. Etiquetado

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Al terminar de identificar los organismos, se procede a realizar las etiquetas de cada vial con siguiente información: Número de identificación de la muestra, Nombre del sitio de captación, Fecha y hora de muestreo, Nombre de quien identifico, Familia taxonómica del macroinvertebrado.
2		La etiqueta debe ser pequeña y escrita con rapidógrafo para evitar que la información se pierda por la preservación del organismo.

F.6. Almacenamiento de las muestras de macroinvertebrados

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Los organismos se almacenan en viales debidamente identificados (ver la sección anterior).



2		Los viales se depositarán en la colección de macroinvertebrados que se encuentra en el área de Biodiversidad del Laboratorio de Aguas y Sólidos de la división de control Calidad Ambiental y Manejo de Lagos. dentro del laboratorio, ordenados según la ubicación de colecta.
---	--	---

G. Control de Calidad

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Se aplicará un control de calidad a la identificación taxonómica de los macroinvertebrados colectados en los ríos de la cuenca del lago de Amatitlán.
2		El proceso de control de calidad consistirá en que un profesional certificado en identificación de macroinvertebrados, realice la identificación taxonómica de cierto porcentaje de las familias de macroinvertebrados colectados e identificados. En este caso será el 10% de las familias identificadas en un evento de muestreo.
3		Se realizarán dos procesos de control de calidad al año: uno para un evento de muestreo en época seca y otro para un evento de muestreo en época lluviosa.
4		Los macroinvertebrados que serán utilizados para llevar a cabo el control de calidad serán escogidos por el encargado del Laboratorio de Agua y Sólidos o por una persona designada por el mismo, ajena a la identificación de macroinvertebrados en el laboratorio.
5		El procedimiento y la forma de evaluar el control de calidad se describe en el documento "Boleta para la evaluación de la identificación taxonómica de macroinvertebrados." (Anexo 9.6.2.1).

Anexo 9.6.2.1

*Boleta para evaluación de la identificación taxonómica de macroinvertebrados
Laboratorio de Agua y Sólidos, División de Control Ambiental.*

La evaluación de la identificación taxonómica de macroinvertebrados aplicada en la División de Control Ambiental, es una variación de la metodología propuesta por Stribling y colaboradores (2008), diferenciándose principalmente en la cantidad de esfuerzo que será implementado para llevar a cabo esta evaluación (% de familias en lugar de % de muestras). Los taxónomos serán identificados como T1 (taxónomo no. 1) y T2 (taxónomo no. 2).

Se utilizarán las siguiente formula:

Porcentaje taxonómico de disconformidad (PTD)

Cuantifica la precisión de las identificaciones taxonómicas, comparando los resultados de dos diferentes taxónomos, usando la fórmula:

$$PTD = \left(1 - \left[\frac{a}{N}\right]\right) \times 100,$$

donde *a* es el número de coincidencias taxonómicas (número de organismos que tiene la misma identificación para T1 y T2) y *N* es el total de individuos identificados por T1 y T2.

Los valores normales de PTD son <15%. Si existieran valores ≥15% se volverá a revisar la muestra analizada (Stribling, 2011; Stribling & Dressing, 2015).

Tabla No. 1: Tabla para evaluar de la identificación taxonómica de macroinvertebrados

Organismo No.	T1: Identificación taxonómica	T2: Identificación taxonómica	Coincidencia taxonómica (X)
Total			

RESULTADO PTD: _____

9.6.3. PROCEDIMIENTO PARA LA COLECTA DE MUESTRAS DE ZOOPLANKTON PARA ANÁLISIS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS.

A. Objetivo

Establecer el procedimiento adecuado para la colecta de muestras de zooplancton para su análisis cualitativo y cuantitativo, y todo el proceso que conlleva: la preservación, transporte y almacenamiento de las muestras.

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio: velar por el cumplimiento de las instrucciones establecidas en el presente procedimiento.

B.2. Personal técnico: aplicar cada una de las instrucciones descritas en el presente procedimiento, de manera que se asegure la correcta colecta, transporte, preservación y almacenamiento de la muestra de macroinvertebrados bénticos.

C. Método de análisis

Metodología basada en APHA (2017).

D. Documentos Relacionados

D.1. FMT-AMSA-02-012 Cadena de custodia.

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos

E.1.1. Etanol al 95%

E.2. Materiales

E.2.1. Recipientes de 1 litro de plástico y tapa de rosca, utilizado para análisis cuantitativo (filtración).

E.2.2. Recipientes de 50 ml de plástico, boca ancha y tapa de rosca utilizado para análisis cuantitativo (sedimentación).

E.2.3. Recipientes de 50 ml de plástico, boca ancha y tapa de rosca utilizado para análisis cualitativo.

E.2.4. Probeta de plástico de 10 ml.

E.2.5. Beaker de plástico de 500 ml.

E.3. Equipos

E.3.1. Botella de Van Dorn de 10 lts.

E.3.2. Disco de Secchi

E.3.3. Red de plancton con luz de malla de 80 μ m.

E.3.4. Hielera

E.4. Equipo de protección personal

E.4.1. Guantes

F. Procedimiento

La colecta de muestras para zooplancton se realizará por medio de distintos métodos, diferenciándose principalmente si serán para análisis cualitativos o cuantitativos.

F.1. Preparaciones preliminares

F.1.1. Preparación de recipientes

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Antes de coleccionar las muestras de zooplancton se prepararán en laboratorio los recipientes para este procedimiento, agregándoles el agente preservante.
2		Agente Preservante: En este caso se preservarán las muestras con etanol de manera que alcance una concentración final del 70%.
3		Para que la concentración final del etanol sea del 70%, se utilizará la siguiente fórmula: $C_1V_1=C_2V_2$
4		Donde C_1 es la concentración inicial del etanol, V_1 es el volumen inicial del etanol, C_2 es la concentración final del etanol (70%), V_2 es el volumen final de la muestra.
5		Por regla general, se debe agregar etanol un poco menos del doble del volumen de la muestra
6		Para análisis cualitativos, agregar 36.8 ml de etanol al 95% en cada uno de los recipientes que serán utilizados.
7		Para análisis cuantitativos, si las muestras serán sedimentadas, agregar 36.8 ml de etanol al 95% en cada uno de los recipientes que serán utilizados. Para análisis cuantitativos, si las muestras son filtradas, no se utilizará agente preservante en campo. Se preservará después de ser filtrada en laboratorio.

F.1.2. Etiquetado de recipientes

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Los recipientes utilizados serán identificados en el Laboratorio de Agua y Sólidos. Serán identificados con las siguientes características: Iniciales de estaciones de monitoreo: OC para Oeste Centro, por ejemplo.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
	Especialista en biodiversidad	Iniciales de metodología para análisis cualitativo: AV para Arrastre Vertical y AH para Arrastre Horizontal. Iniciales de metodología para análisis cuantitativo: MF para Muestra Filtrada y MS para Muestra Sedimentada. La profundidad a la que se realiza la colecta y entre paréntesis las iniciales de la zona en la cual se realiza la colecta: ZF para Zona Fótica y ZA para Zona Afótica. La fecha y hora en la cual se realiza la colecta.

F.2. Colecta de muestras

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	La colecta de las muestras se realizará en los siguientes puntos: <u>Zona fótica:</u> Para determinar está zona se utilizará un disco de Secchi para medir la transparencia. La medición de la transparencia será multiplicada por 2.7, que es una variación de la constante de Poole & Atkins (1929). De preferencia se colectarán las muestras a la misma profundidad que se colecten las muestras para fitoplancton. <u>Zona afótica:</u> Es la zona inmediata la zona fótica, donde no se produce fotosíntesis. <u>Columna de agua:</u> La colecta abarca toda la columna de agua. Desde un metro antes de los sedimentos, hasta la superficie.

F.3. Colecta de muestras para zooplancton: análisis cualitativo

Se realizarán dos metodologías para la colecta de muestras de zooplancton para análisis cualitativo: 1) colecta de muestras compuestas por medio de arrastre vertical en toda la columna de agua y 2) colecta de muestras compuestas por medio de arrastre horizontal en la zona fótica.

En ambas metodologías se utiliza una red de plancton con luz de malla de 80 μ m.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	<u>Arrastre vertical:</u> se coloca la red un metro antes del suelo del lago (sedimentos) y antes de empezar a arrastrar, se debe asegurar la posición de la red (en forma vertical). Luego, empezar a jalar verticalmente el cable de remolque de la red a una velocidad uniforme de 0.5 mts/s aproximadamente, hasta la superficie. Una velocidad mayor podría causar extrusión en la red y una velocidad menor podría causar que el zooplancton evite la red.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1.1	Especialista en biodiversidad	Al llegar a la superficie, dejar un breve tiempo la red en posición vertical hasta que deje de filtrar agua.
1.2		Agregar, al recipiente con etanol, 13.2 ml del contenido que ha sido acumulado en el recipiente colector de la red, para dar un volumen total de 50 ml (incluido el volumen del etanol concentración final al 70%).
2		<u>Arrastre horizontal</u> : se coloca la red en la zona fótica. Luego, empezar a jalar horizontalmente el cable de remolque de la red, a una velocidad uniforme de 1-2 mts/s aproximadamente (Suthers & Rissik, 2009), o bien se puede utilizar el movimiento de la embarcación a motor, no sobrepasando la velocidad requerida. Repetir inciso 1.1
2.1		Agregar, al recipiente con etanol, 13.2 ml del contenido que ha sido acumulado en el recipiente colector de la red, para dar un volumen total de 50 ml (incluido el volumen del etanol concentración final al 70%).
3		Debido a las altas cantidades de fitoplancton que existen en el lago, la red de plancton puede ser obstruida al momento de realizar un arrastre, por lo que se tiene que lavar el interior de dicha red con agua desmineralizada, a modo de eliminar la materia que está provocando el atasco. Si el agua no drena hacia el recipiente que tiene el agente preservante, se deberá volver a repetir el arrastre.
4		La red de plancton deberá ser lavada cada vez que sea utilizada, principalmente para reducir la contaminación entre puntos de colecta (organismos que sean trasladados de un sitio de colecta a otro, por ejemplo) y problemas posteriores de atascos en la red.

F.4. Colecta de muestras de zooplancton: análisis cuantitativo

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Las muestras de zooplancton para análisis cuantitativo serán colectadas por medio de una botella Van Dorn de 10lts. Las botellas de agua son ideales para la colecta de microzooplancton (20-200 μ m), tales como: rotíferos, protistas y crustáceos inmaduros. Para colectar macrozooplancton (>200 μ m) se procede a aplicar alguna de las siguientes metodologías: Filtrar el agua colectada utilizando una malla con luz de haz de 80 μ m, o Sedimentar el agua colectada

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
2		Se abren las compuertas de la botella de Van Dorn y se fijan los viajes. Se cierra el grifo para evitar contaminación de la muestra (colectar agua de distintas profundidades).
3		Se sumerge la botella hasta la zona fótica o zona afótica.
4		Se libera el mensajero de la botella para que se cierren las compuertas. Asegurarse de sentir que el mensajero hizo contacto con la botella.
5		Subir la botella y colocarla en forma vertical con el grifo en un extremo.
6		Si las muestras son filtradas, se depositan un litro de agua en un recipiente del mismo volumen. Esta muestra será preservada después de ser filtrada. La cantidad de alcohol que se utilizará para preservar estas muestras, dependerá de la cantidad de muestra que sea filtrada.
7		Si las muestras son sedimentadas, se depositarán 13.2 ml de agua en un recipiente de boca ancha que contenga etanol (concentración final de 70%).
8		El procedimiento de filtración o sedimentación se lleva a cabo en laboratorio.

F.5. Almacenamiento de muestras

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Las muestras colectadas se almacenarán en hieleras que mantengan la cadena de frío (0°-8°C).
2		Las muestras que se mantienen en cadena de frío, serán transportadas al Laboratorio de Agua y Sólidos de la División de Control Ambiental donde serán almacenadas en congeladores que mantienen una temperatura de 0-10°C.



9.6.4. PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, ABUNDANCIAS Y CONTEOS DE ORGANISMOS EN MUESTRAS DE ZOOPLANKTON

A. Objetivo

Establecer el procedimiento adecuado para la identificación taxonómica y conteo de organismos de muestras de zooplancton. El proceso alcanza la preparación de las muestras, identificación y conteo de organismos y el almacenamiento de las muestras de zooplancton.

B. Responsabilidad y autoridad

- B.1.** Encargado de Laboratorio: velar por el cumplimiento de las instrucciones establecidas en el presente procedimiento.
- B.2.** Personal técnico: aplicar cada una de las instrucciones descritas en el presente procedimiento, de manera que se asegure la correcta identificación taxonómica y el conteo de organismos de muestras de zooplancton.

C. Método de análisis

Metodología basada en Wetzel & Likens (2000), De Bernardi (1984)

D. Documentos Relacionados

- D.1.** FMT-AMSA-02-012 Cadena de custodia.
- D.2.** POE-AMSA-02-0XX - Procedimiento para colecta de muestras de zooplancton para análisis cualitativos y cuantitativos

E. Material y Equipo

E.1. Reactivos

- E.1.1.** Etanol al 95%

E.2. Materiales

- E.2.1.** Recipientes de 50 ml de plástico, boca ancha y tapa de rosca utilizado para análisis cualitativo y cuantitativo.
- E.2.2.** Probeta de plástico de 10 ml.
- E.2.3.** Tubos de ensayo de 10 ml, de vidrio, con tapón de rosca.
- E.2.4.** Pipetas de plástico de 1 ml, con boca ancha.

E.3. Equipos

- E.3.1.** Vortex.
- E.3.2.** Microscopio invertido Labomed TCM400
- E.3.3.** Cámara de conteo Sedwick-Rafter, de 1ml volumen. Medidas: 50x20x1 mm.
- E.3.4.** Cubreobjetos con medidas: 60x30 mm.

E.4. Equipo de protección personal

- E.4.1.** Guantes
- E.4.2.** Bata

F. Procedimiento

La colecta de muestras para zooplancton se realizará por medio de métodos para análisis cualitativos o cuantitativos.

F.1. Preparaciones preliminares

F.1.1. Análisis cualitativos y cuantitativos (red de plancton)

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Se emplea una alícuota de 1 ml de la muestra total colectada.
2		Antes de tomar la alícuota, se homogeniza la muestra tratando de que el contenido quede uniforme. Se puede agitar manualmente haciéndolo de una forma suave o se puede agitar brevemente con un vortex.
3		Inmediatamente después de agitar la muestra, se toma la alícuota (1ml) utilizando pipetas plásticas de 1 ml.

F.2. Análisis cualitativo: identificación taxonómica y tamaño de muestra

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Se utilizará una cámara de conteo Sedgwick-Rafter (S-R) de 1 ml de volumen para establecer la riqueza de especies de zooplancton.
2		Para colocar la alícuota de 1ml en la cámara de conteo, se coloca el cubreobjetos en forma diagonal con respecto a la cámara Sedgwick-Rafter, de modo que, al momento de colocar la muestra, la tensión superficial del agua vaya moviendo el cubreobjetos (Figura No. 1). Evitar que se formen burbujas dentro de la cámara.
3		Para la identificación de organismos se utilizarán las siguientes claves taxonómicas: Reid (1988), Thorp & Covich (2001), Witty (2004), Elías-Gutiérrez <i>et al.</i> (2008) y Cervantes <i>et al.</i> (2012).

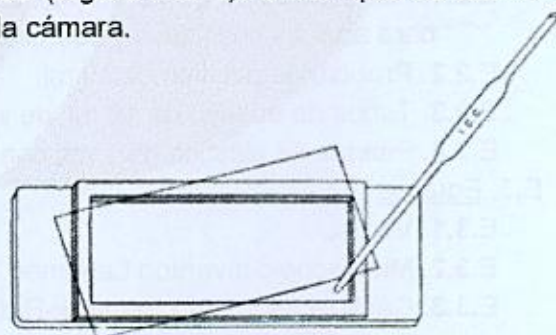


Figura No. 1: Método de llenado de la cámara Sedgwick-Rafter. (Imagen: Wetzel & Likens, 2000)

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
4	Especialista en biodiversidad	Los organismos serán identificados hasta la categoría taxonómica más específica (género, especie, etc.).
5		En total se deberán analizar 5 ml de la muestra, o la cantidad que se establezca según la curva de calibración. (Ver inciso 8.4).

**F.3. Análisis cuantitativo: densidad (ind/m³) y abundancia relativa de organismos
zooplanctónicos**

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Se utilizará una cámara de conteo Sedwick-Rafter (S-R) con capacidad de 1 ml de volumen para establecer la densidad de organismos zooplanctónicos.
2		Previamente a colocar la alícuota de 1ml en la cámara de conteo, se agita suavemente la muestra colectada tratando de homogenizarla.
3		Se repite el procedimiento descrito en el numeral 8.2.2. a 8.2.4
4		Se utilizará el método de conteo conocido como 100/Especies (Mack <i>et al.</i> , 2012). Este método consiste en realizar conteos >100 individuos del taxón más abundante, con el fin de que el Coeficiente de Variación (CV) se mantenga lo más bajo posible, asumiendo que todos los individuos están distribuidos al azar (Mack <i>et al.</i> , 2012; APHA, 2017). Se tratará de contar >100 individuos para que el error de conteo sea mínimo (~10%).
5		Para calcular la densidad (No. ind/m ³) se utilizará la siguiente fórmula: $No. \text{ ind/L} = \frac{(n)(V_s)}{(V_m)}$ Donde: n = promedio del número de organismos contados por ml (ind/ml), V_s = volumen de la muestra (ml), V_m = volumen de agua filtrada por la red de plancton (m ³).
6		La fórmula para conocer el volumen de agua filtrada por la red de plancton $V_m = \pi r^2 L$ Donde: r^2 : radio de la apertura (boca) de la red de plancton (m ²), L : distancia (profundidad) desde donde la red de plancton es arrastrada (m).

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
7	Especialista en biodiversidad	Para calcular la abundancia relativa (%) se dividirá el número de organismos contados por la totalidad de organismos contados en la submuestra y se multiplicará por 100, para tener un resultado en porcentaje.
8		Los resultados de los conteos serán colocados en el formato FMT-AMSA- "Boleta para registros de conteos de organismos zooplanctónicos" y los resultados de densidades y abundancias serán colocados en la base de datos respectiva.

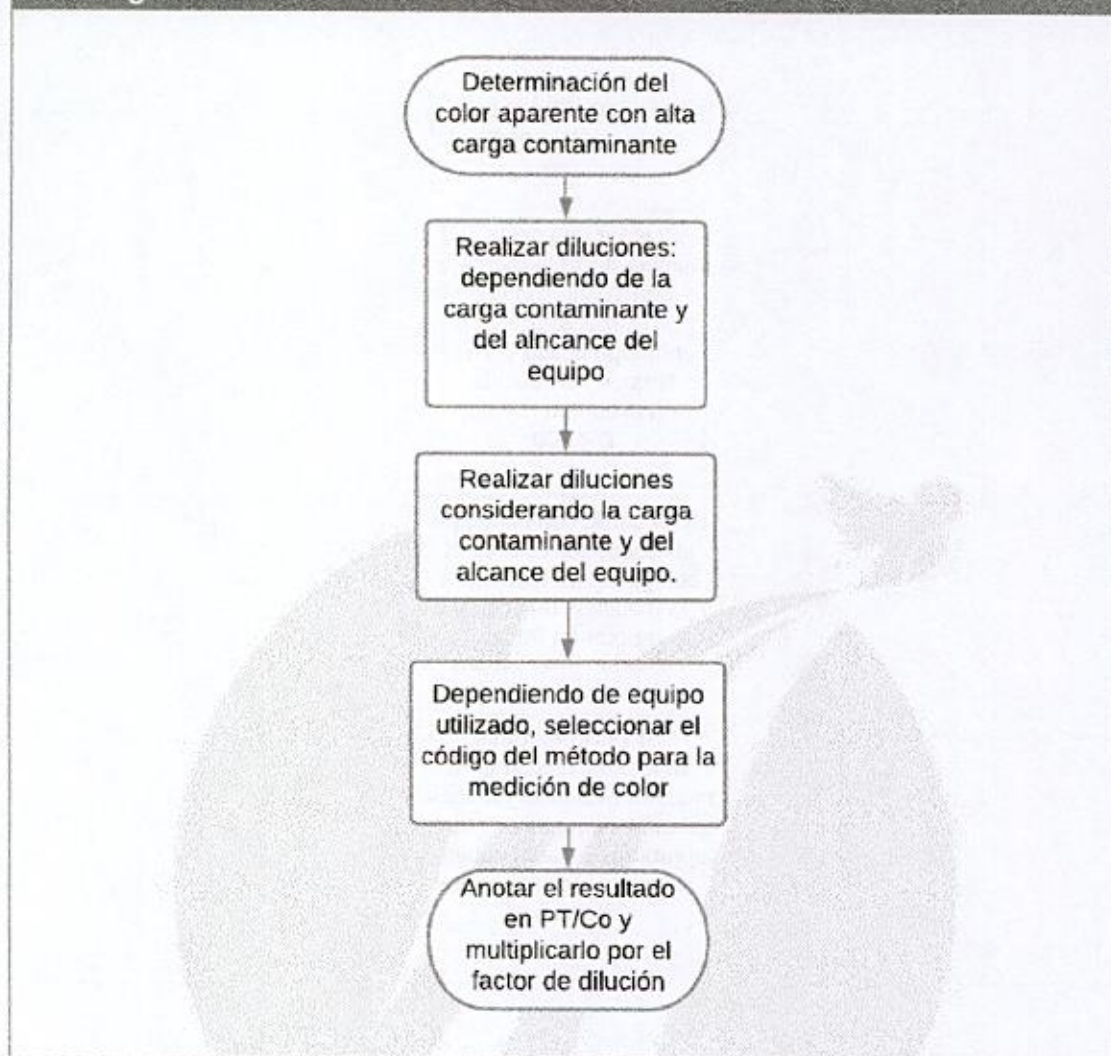
F.4. Recalibración de la curva de acumulación de especies

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Una curva de acumulación de especies es una gráfica que representa el número de especies observadas como función de alguna medida de esfuerzo de muestreo requerido para observarlas
2		Este procedimiento se realizará anualmente para analizar si existen cambios en el tamaño muestral.
3		Al finalizar la identificación de organismos, se procederá a realizar una curva de acumulación de especies para cada punto de muestreo analizado, siendo las líneas de la cámara de conteo la medida de esfuerzo de muestreo o unidades de muestreo (UM).
4		Al realizar este procedimiento estadístico, se pretende establecer la cantidad de mililitros que se necesitan para que se forme una asíntota en la curva de acumulación, lo cual nos indicará que la probabilidad de encontrar nuevas especies es baja. Esto nos permitirá establecer el tamaño de la muestra ideal para llevar a cabo todos los análisis estadísticos que se pretendan implementar.

F.5. Almacenamiento de muestras

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Las muestras de zooplankton serán depositadas en tubos de vidrio de 10 ml y serán almacenadas en congeladores que mantengan una temperatura que oscila entre 0-10° C, en el Laboratorio de Agua y Sólidos de la División de Control Ambiental.

Fisicoquímica: Determinación de color aparente en muestras acuosas con alta carga contaminante



Fisicoquímica: Determinación de color aparente en muestras acuosas con baja carga contaminante

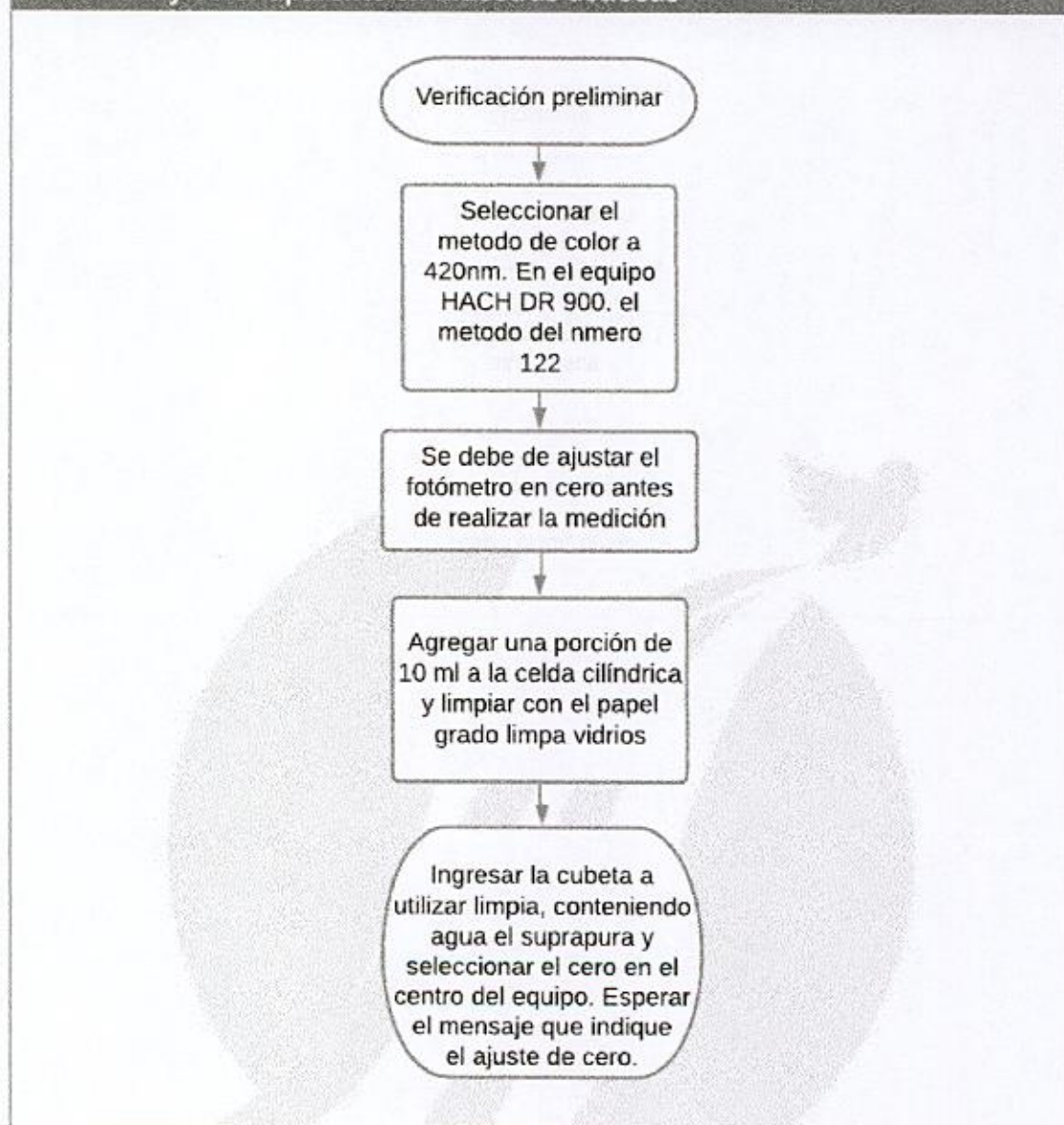
Determinación del
color aparente con baja
carga contaminante

Llenar una celda
limpia hasta la marca
de 10 ml, con la
muestra
homogenizada y sin
filtrar, e introducirla
en el equipo HACH
DR 900

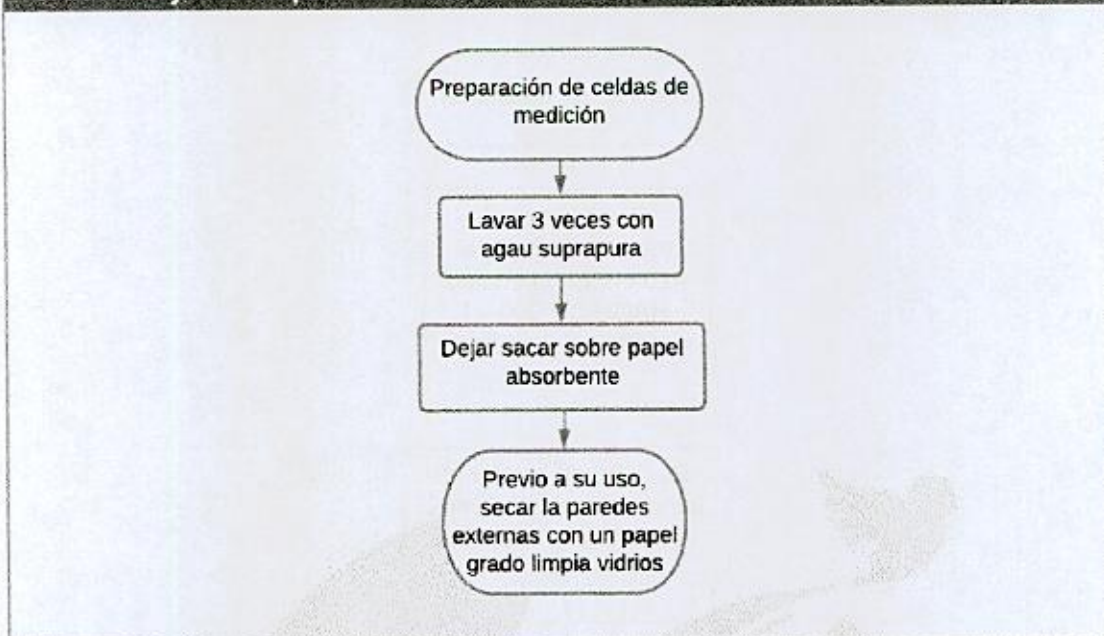
De acuerdo con el equipo
utilizado, seleccionar el
codigo del metodo para
la medición de color y
anotar en Pt/Co

Si se tienen otras
muestras, descartar la
muestra evaluada y lavar la
cubeta tres veces con agua
suprapura, secar la cubeta y
repetir el procedimiento
anterior

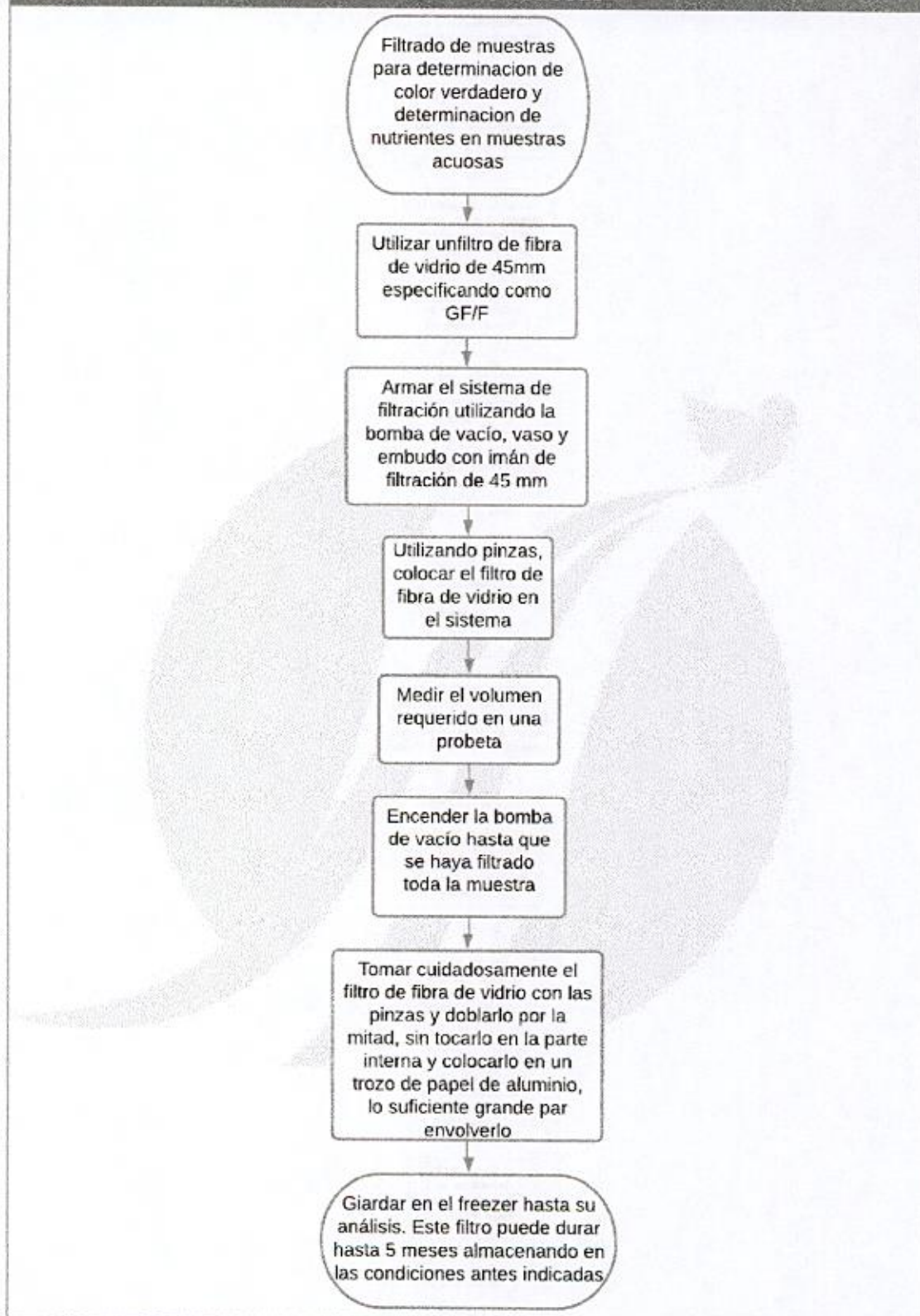
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de color verdadero y color aparente en muestras acuosas



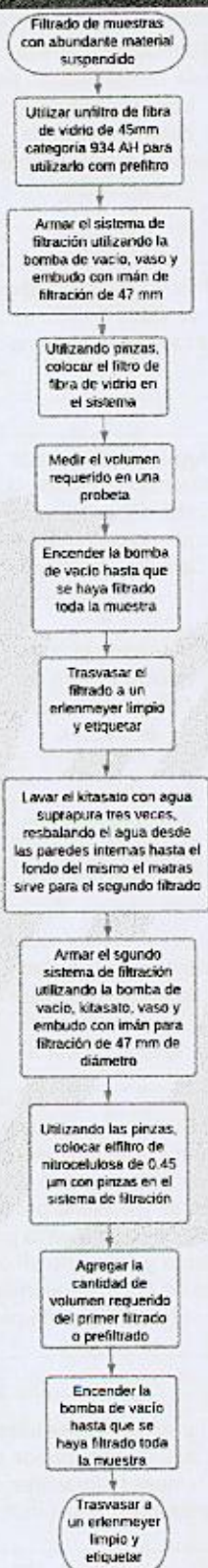
**Fisicoquímica: preparaciones preliminares para determinación de color
verdadero y color aparente en muestras acuosas**

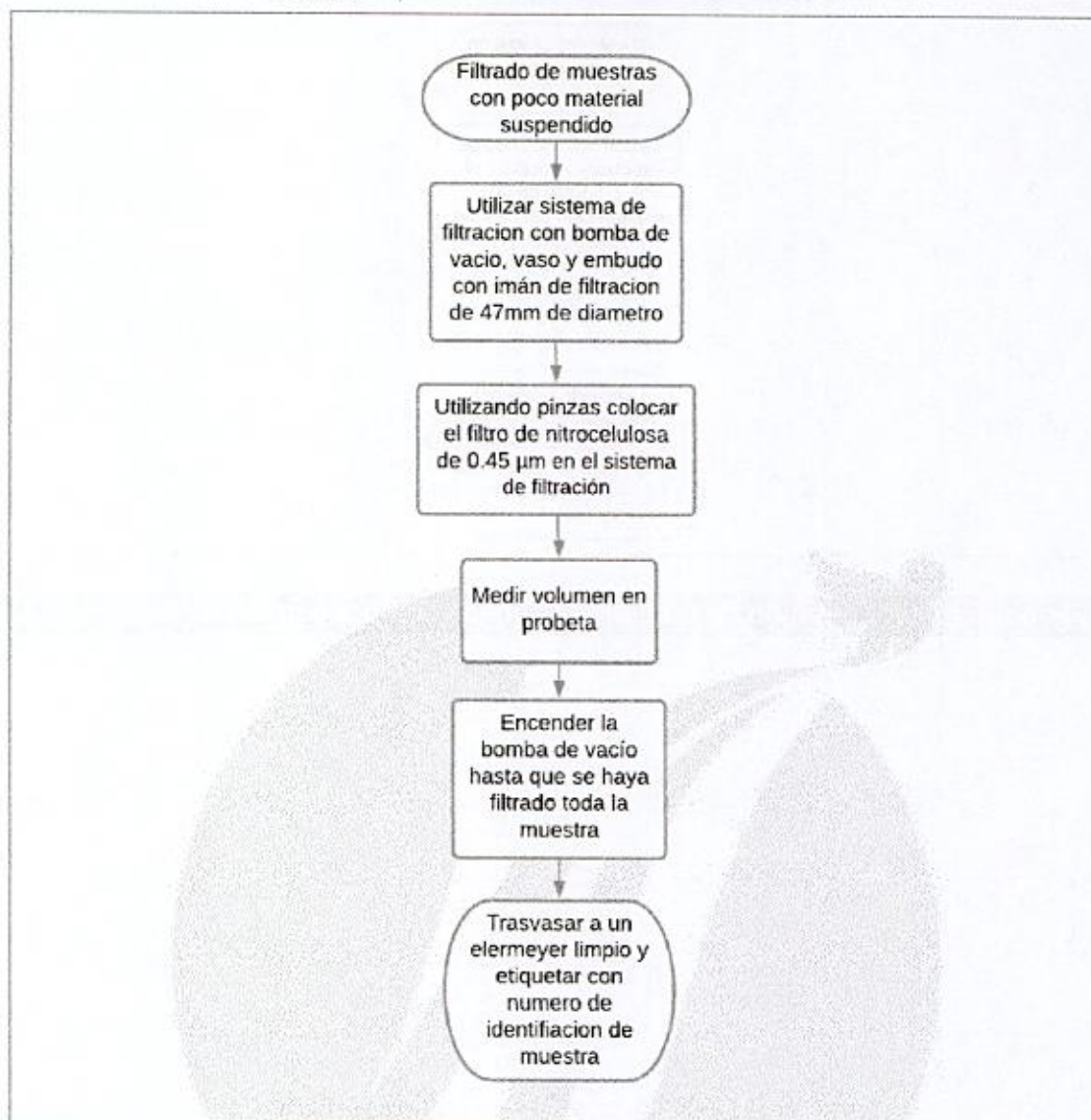


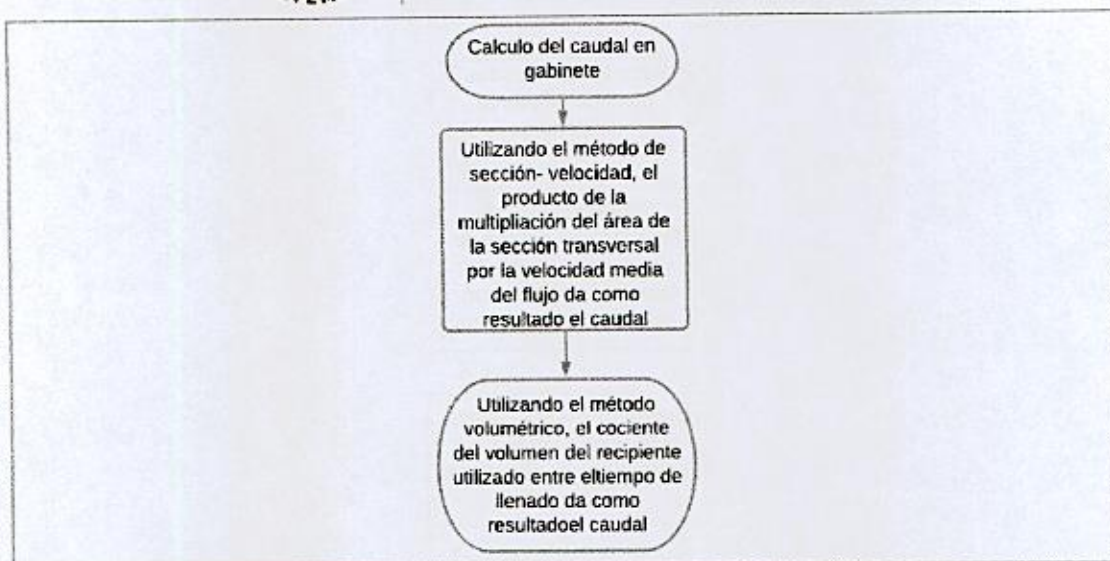
**Fisicoquímica: Filtrado de muestras para determinar el color verdadero
determinación de nutrientes en muestras acuosas**



Fisicoquímica: Filtración de muestras acuosas con abundante material suspendido

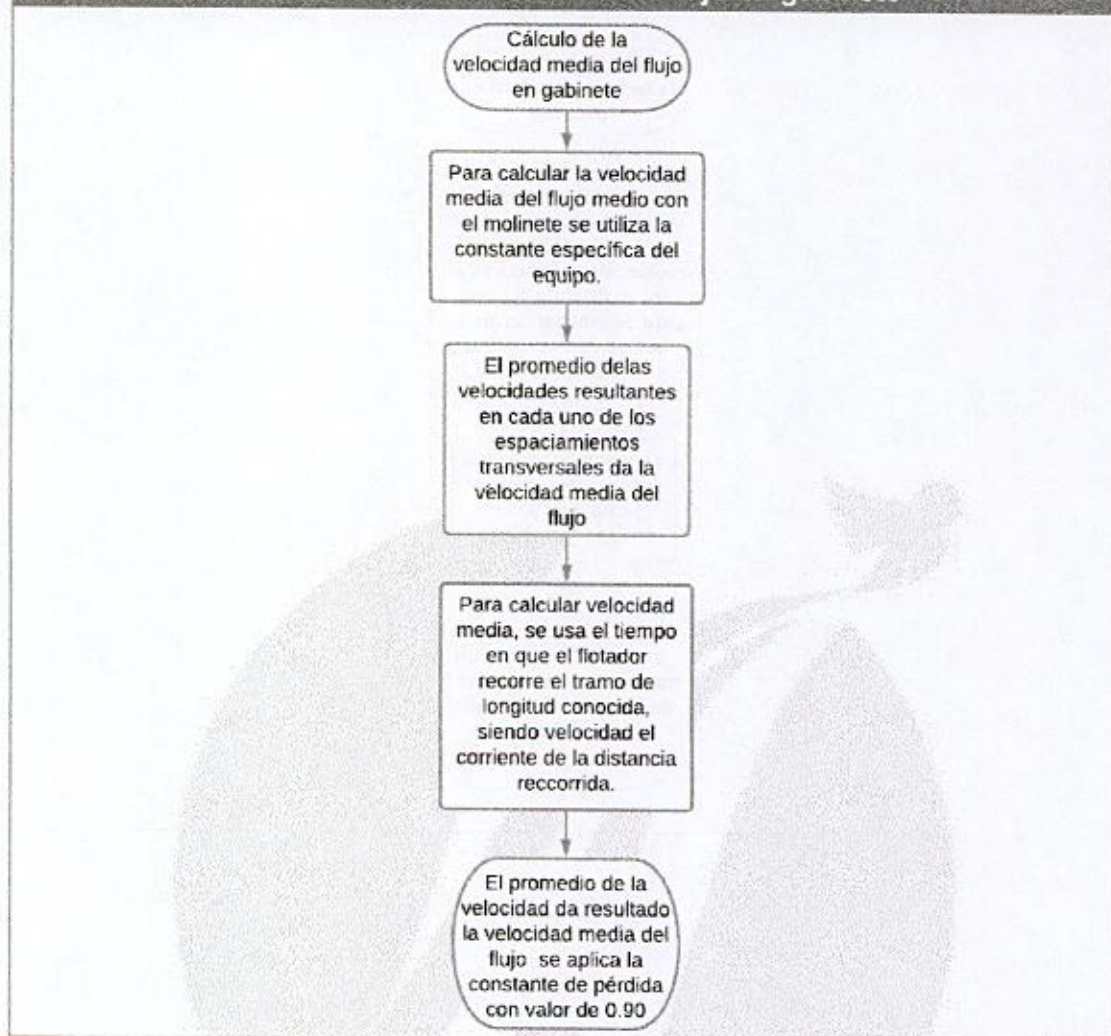






Fisicoquímica: Filtración de muestras acuosas con poco material suspendido

Monitoreo: Cálculo de la velocidad media del flujo en gabinete



Monitoreo: Cálculo del caudal en gabinete

Monitoreo: Cálculo del área de la sección transversal en gabinete

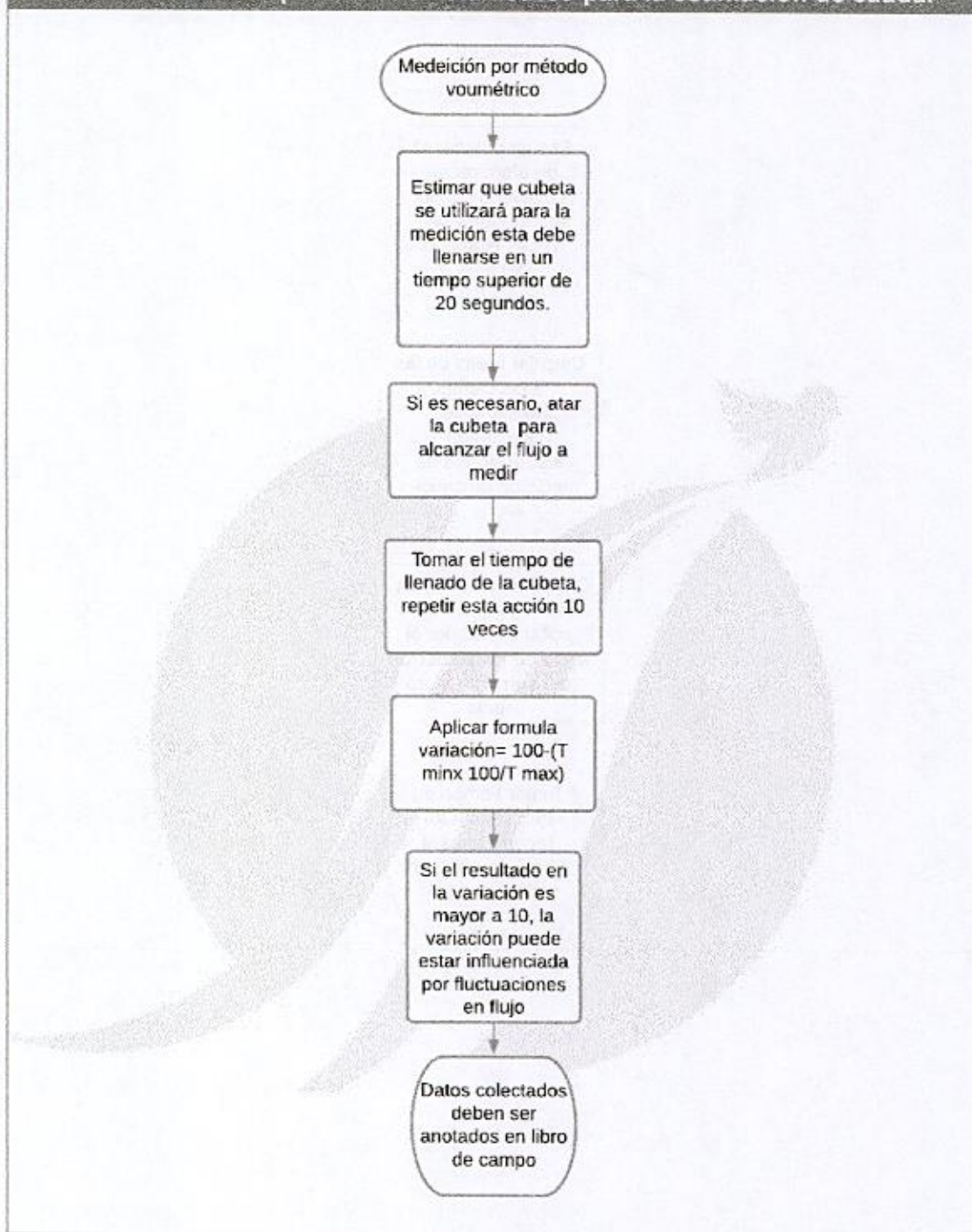
Cálculo del área de
la sección trasversal en
gabinete

Para calcular el área de la
sección transversal en un
punto, utilizamos
profundidad promedio y el
ancho de cada sección
para determinar las áreas
que conforman toda la
sección transversal

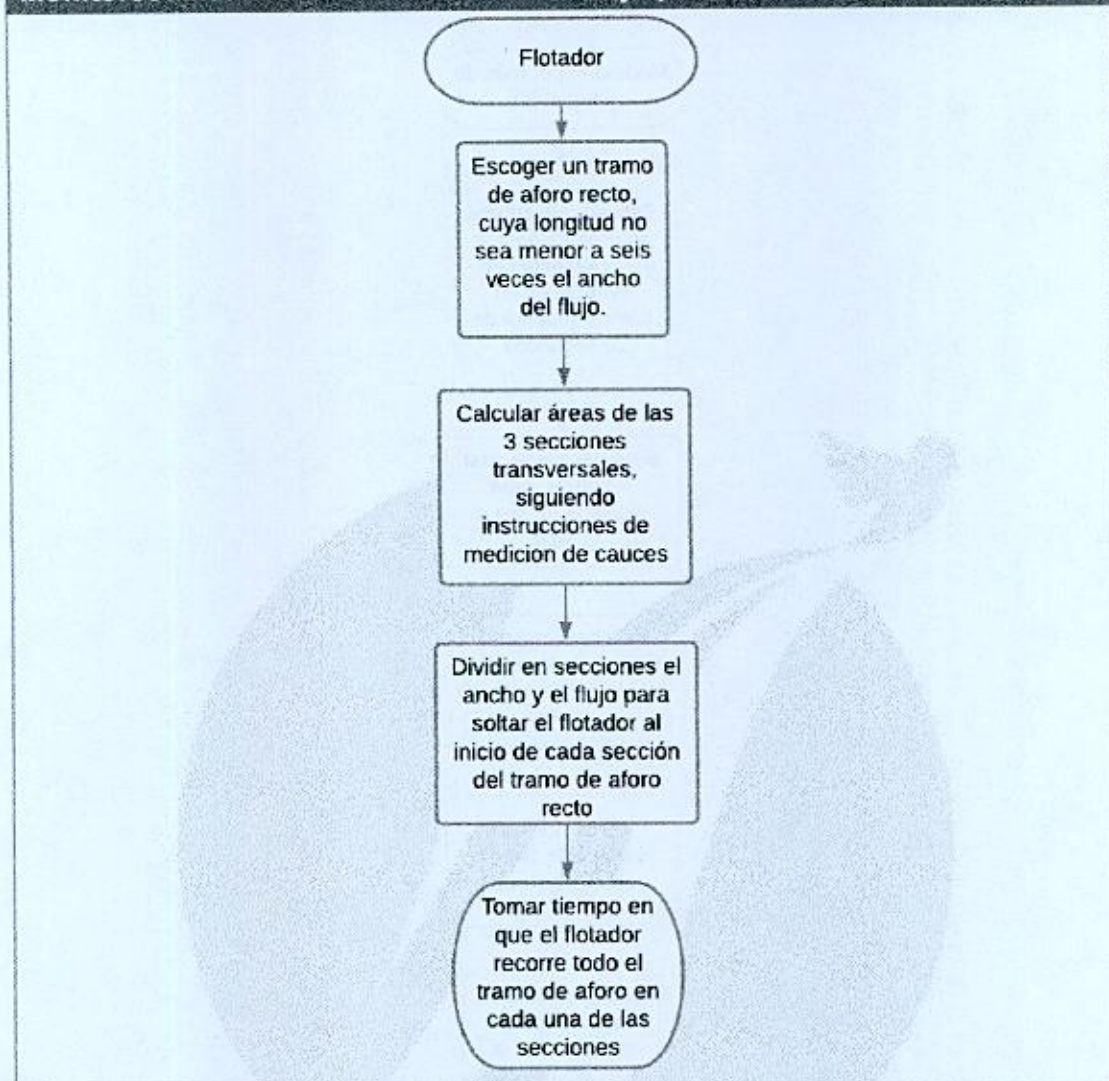
La suma de todas las
áreas da resultado el
área total de la
sección trasversal.

Para calcular la sección
transversal media de un
tramo, promediamos las 3
secciones transversales
medidas al principio,
medio y final del tramo

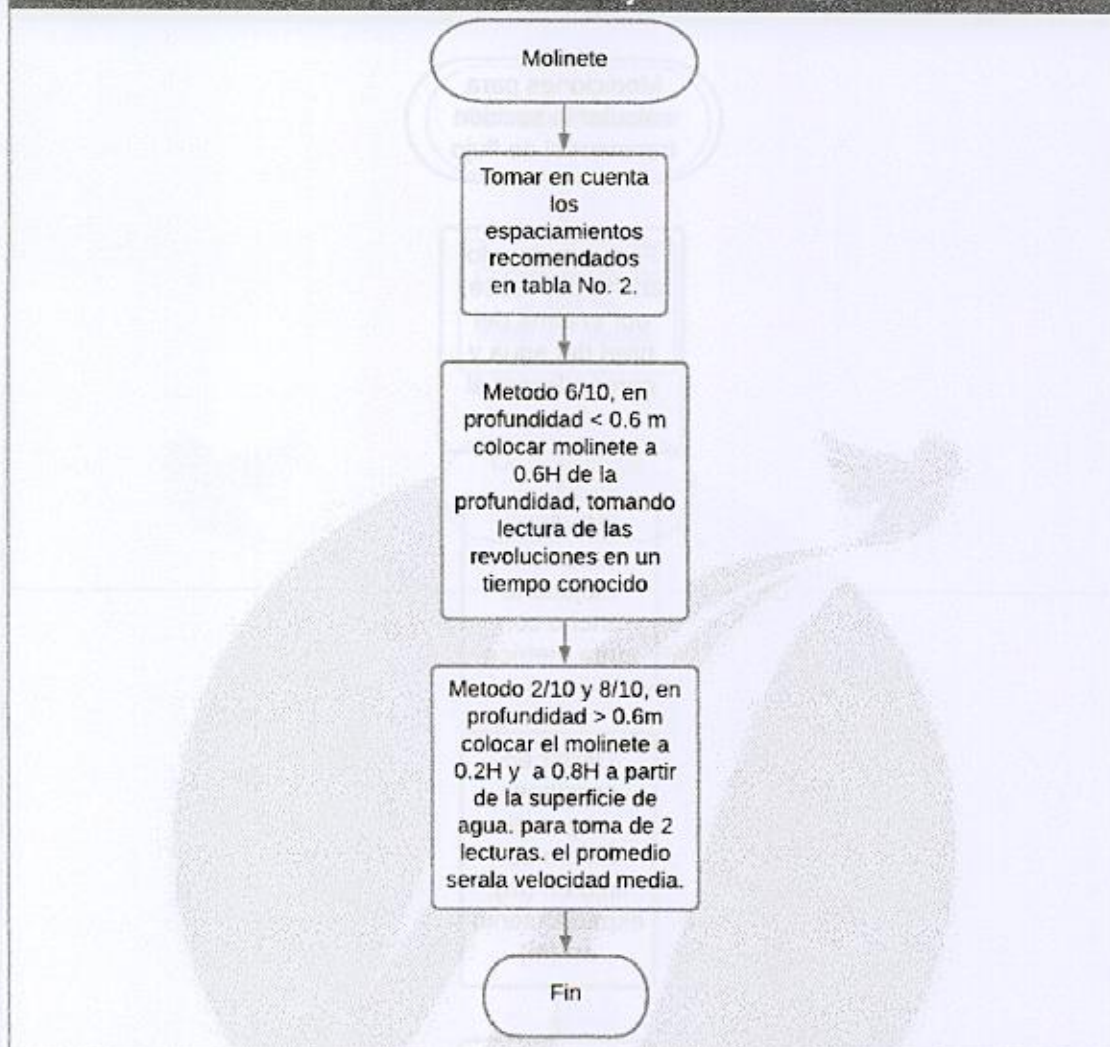
Monitoreo: Medición por método volumétrico para la estimación de caudal



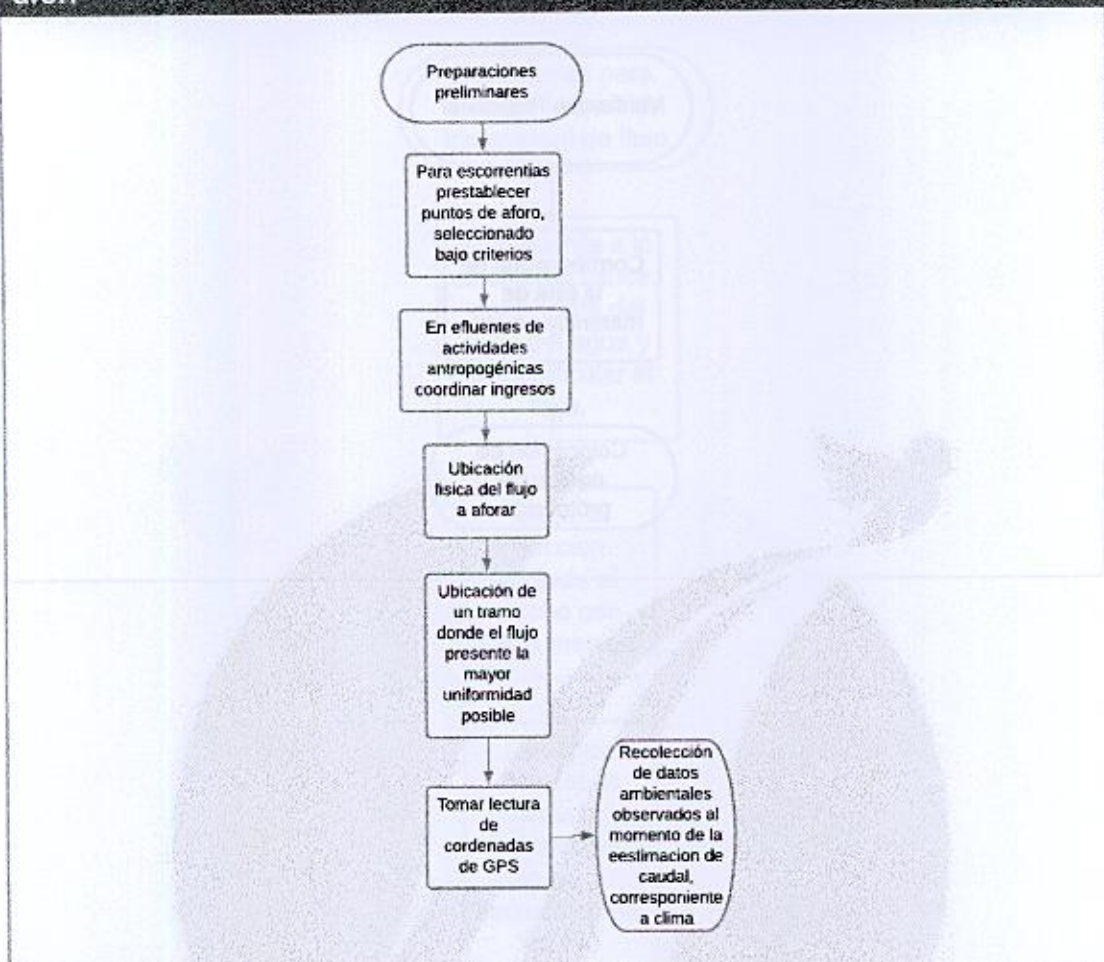
Monitoreo: Medición de la velocidad del flujo por Flotador



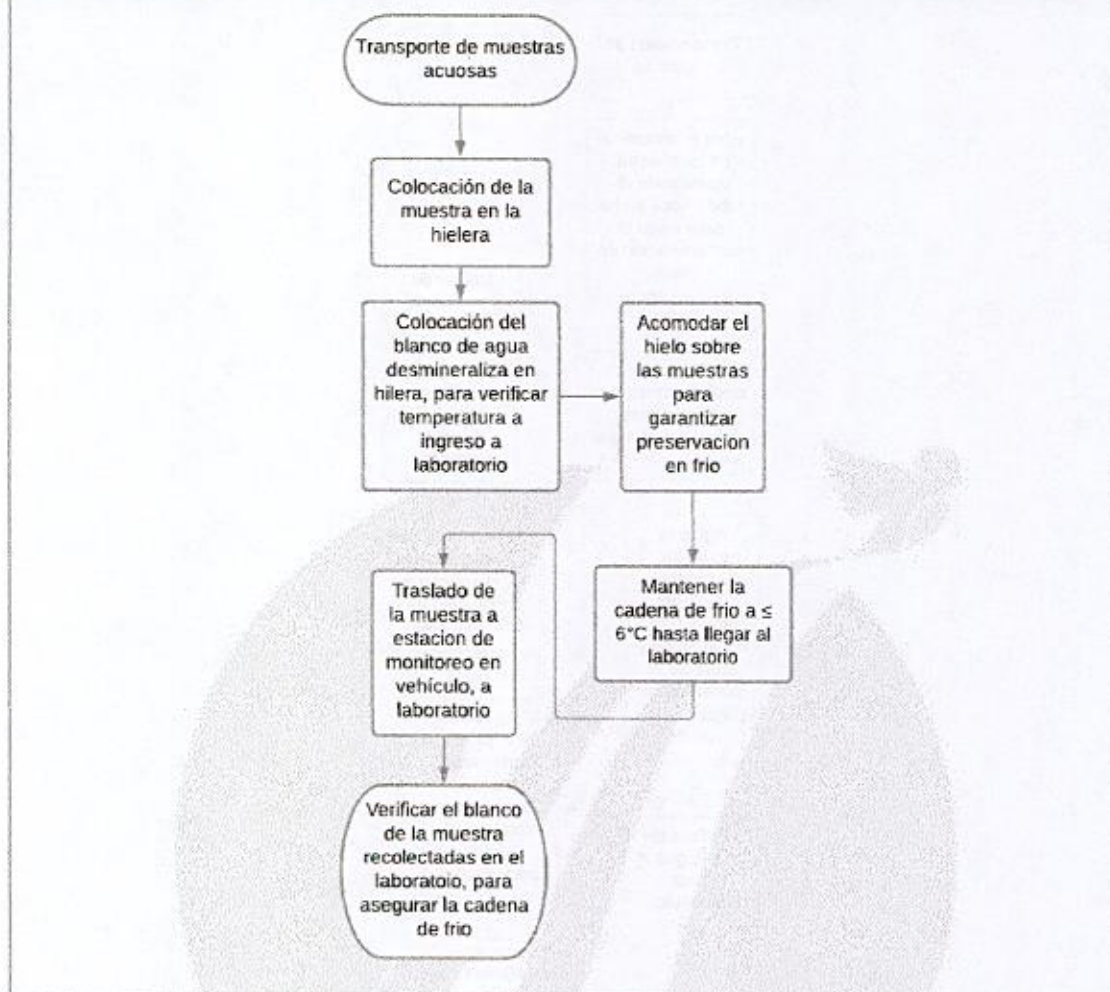
Monitoreo: Medición de la velocidad del flujo en molinete



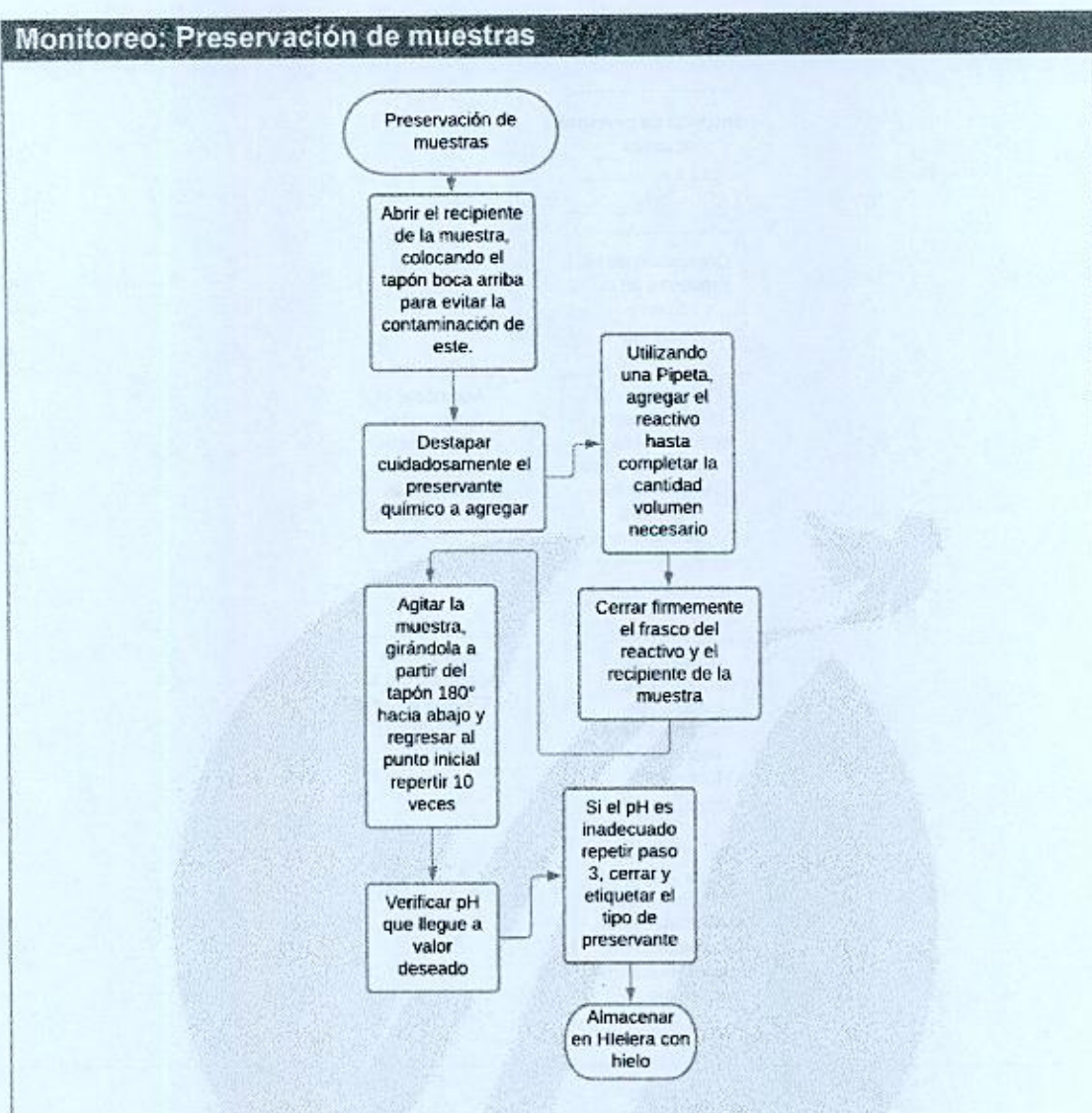
Monitoreo: Preparaciones preliminares estimación de caudal y métodos de afor.



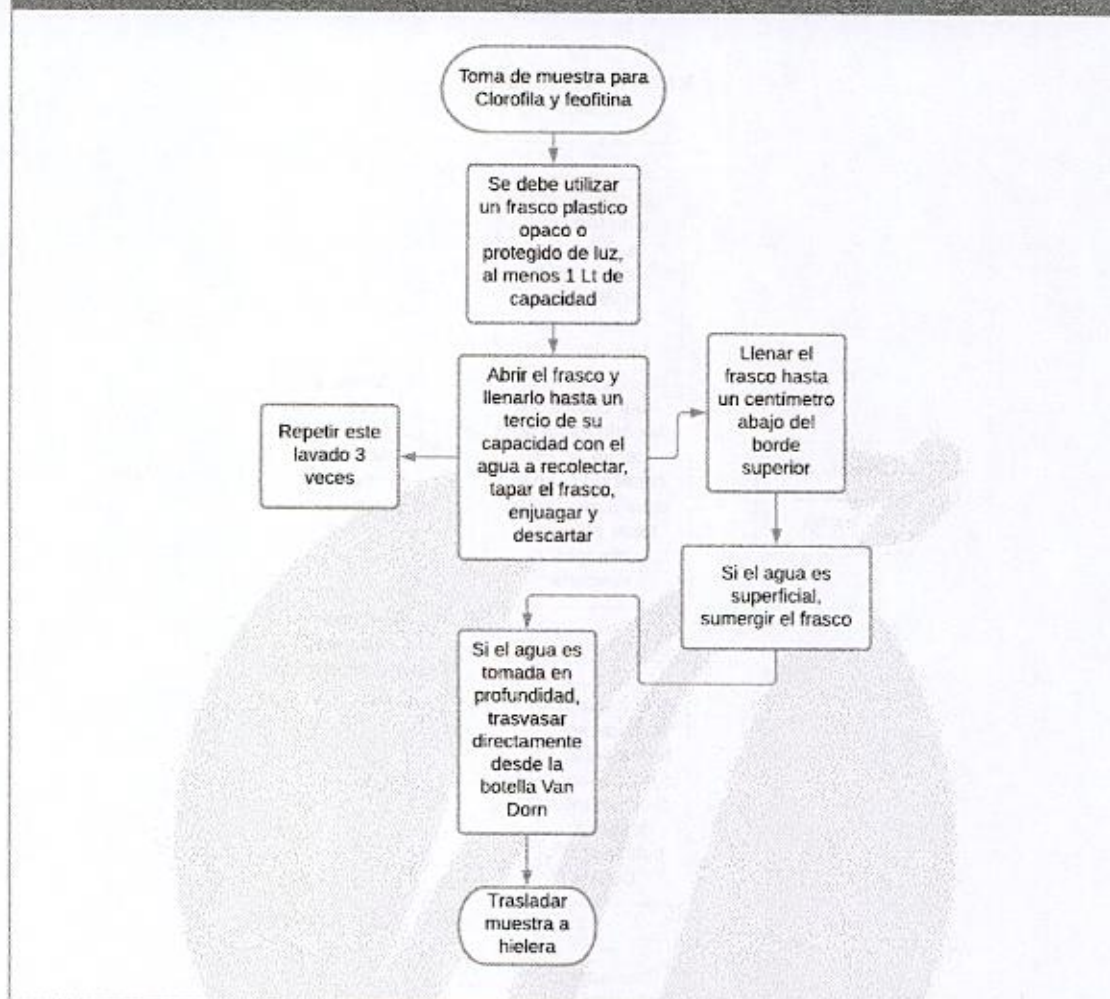
Monitoreo: Transporte de muestras acuosas



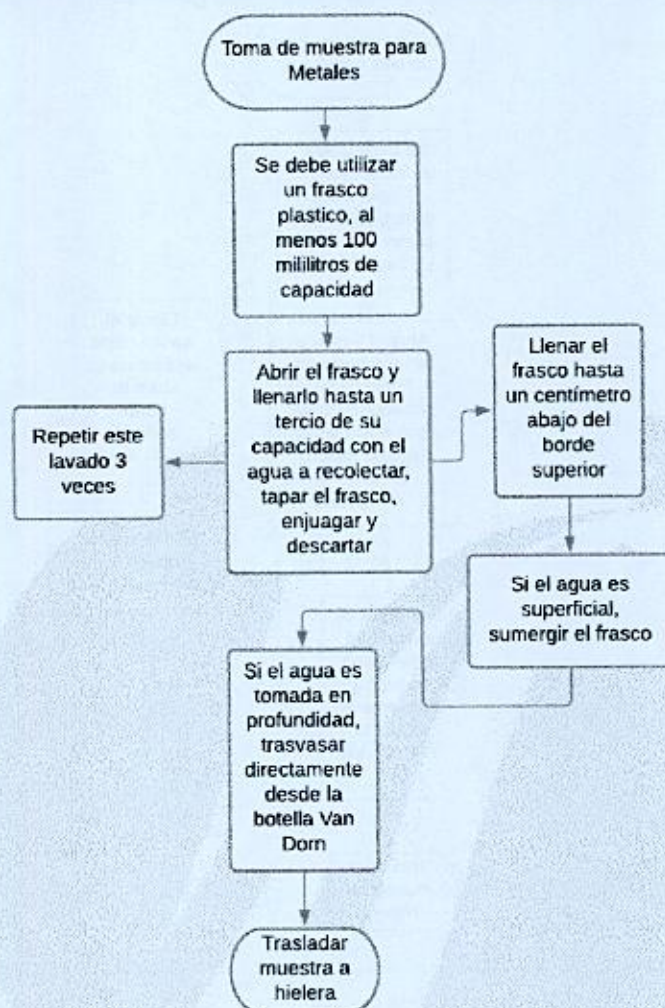
Monitoreo: Preservación de muestras



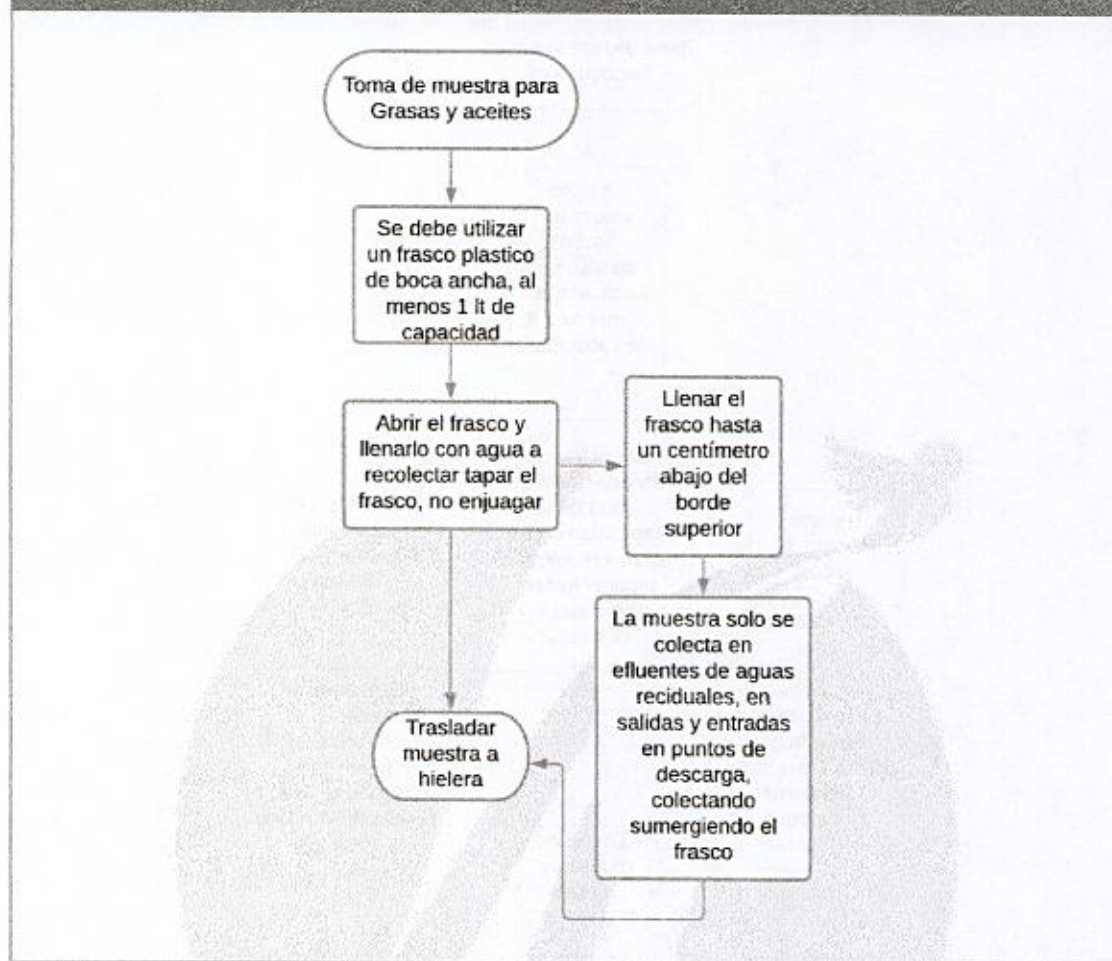
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas para análisis de clorofila y feofitina



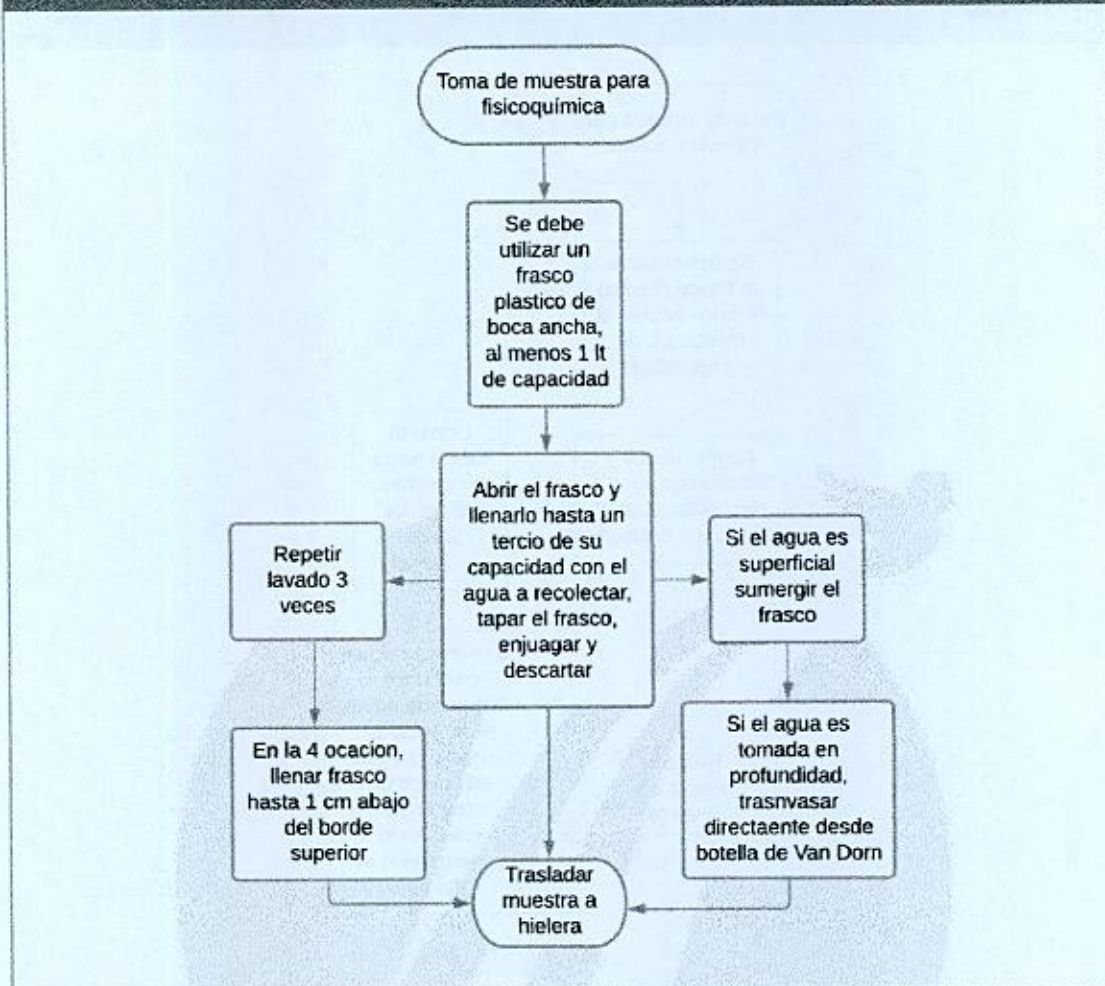
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas para análisis de metales pesados



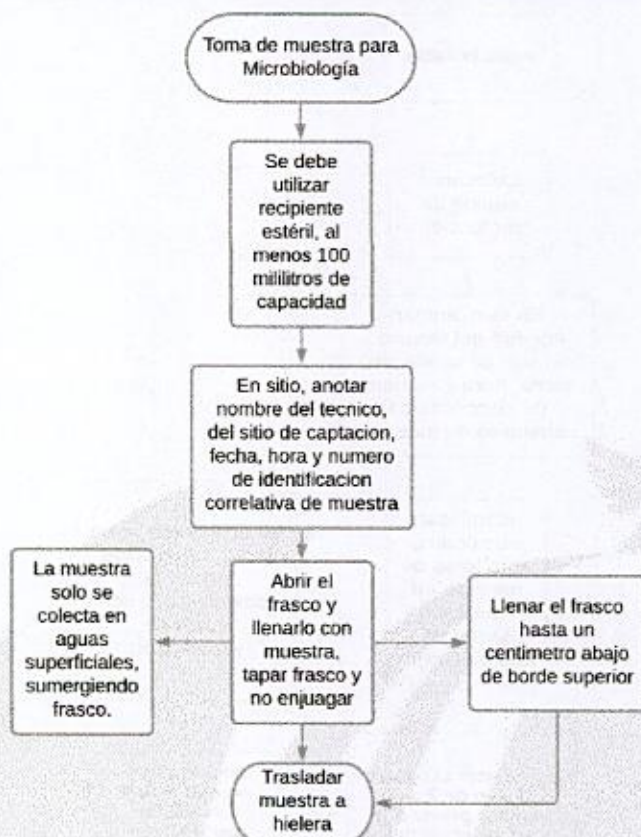
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas para análisis de grasas y aceites



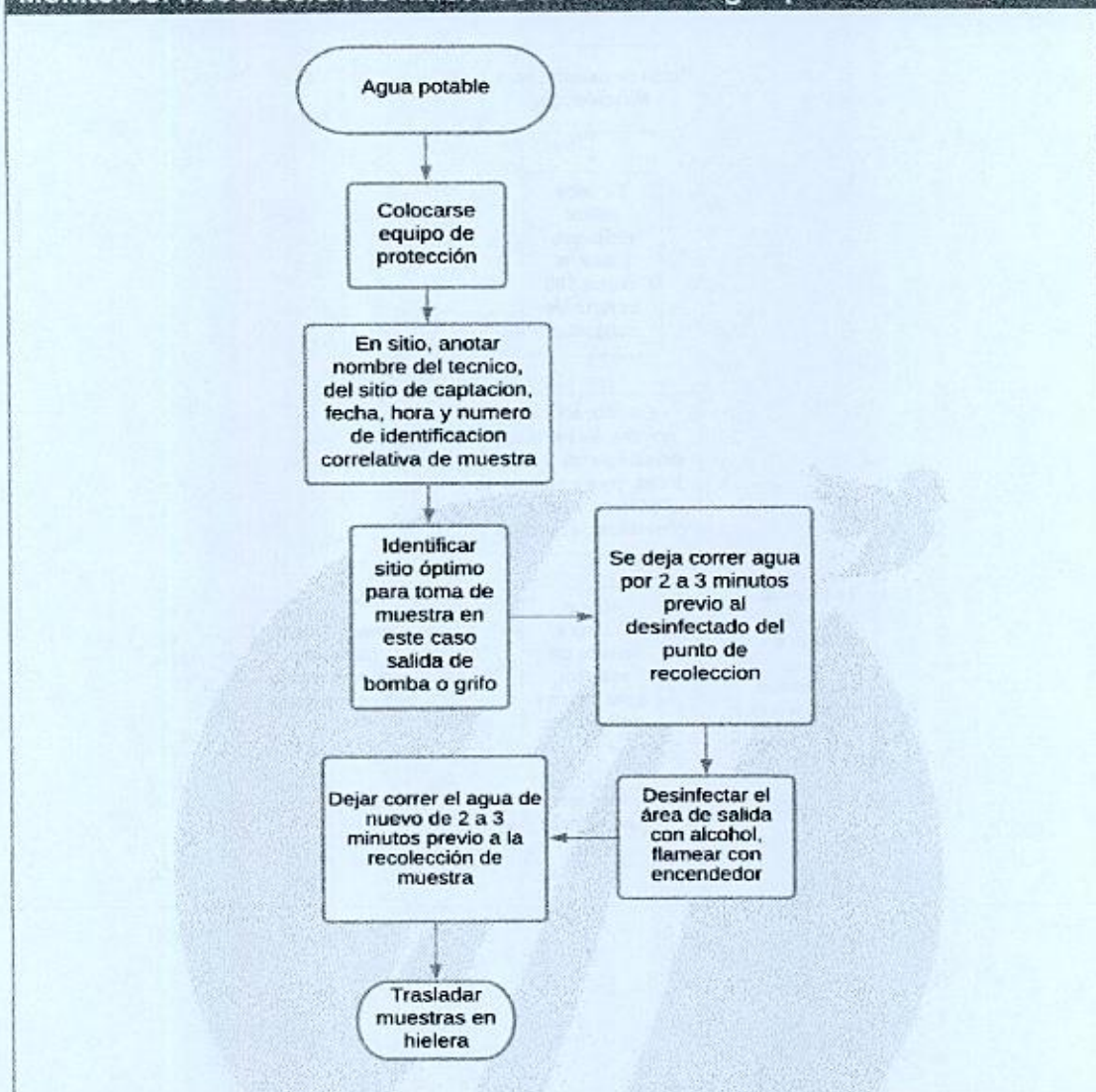
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas para análisis fisicoquímico



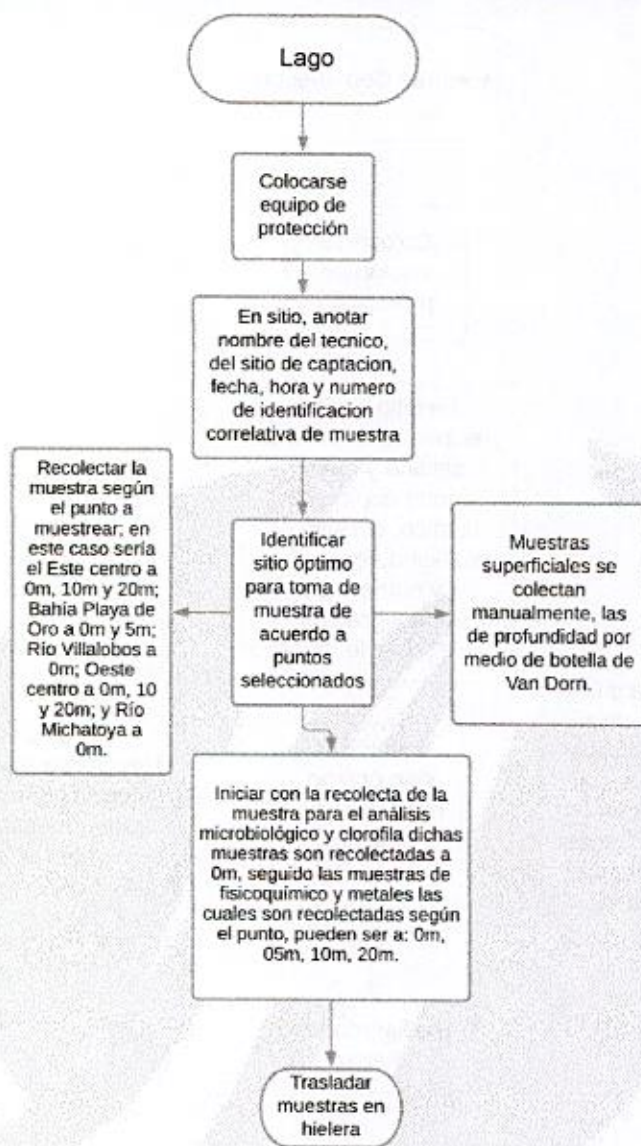
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas para análisis microbiológico



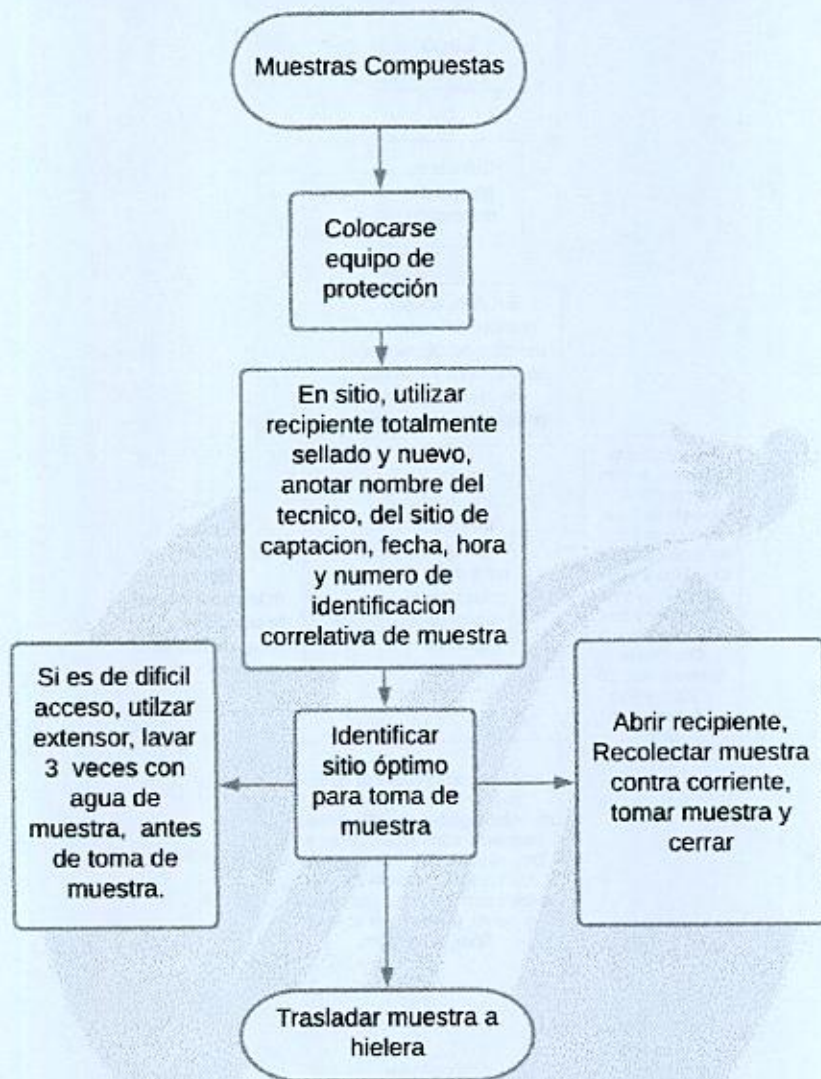
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas de Agua potable



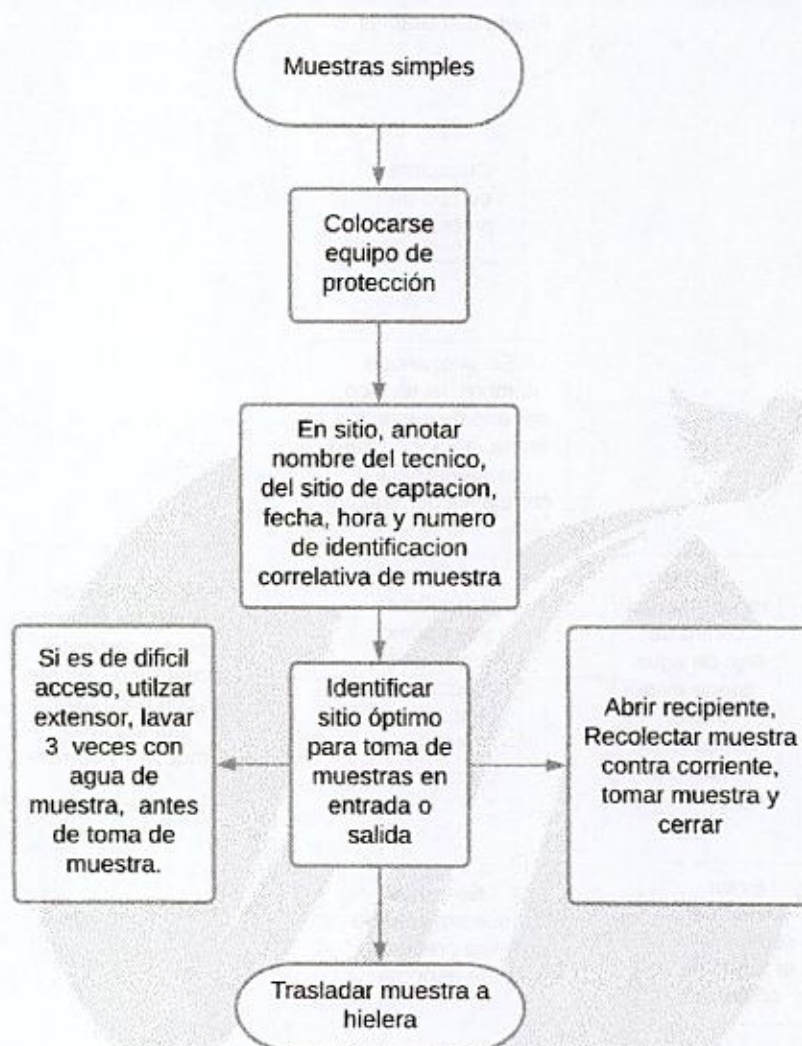
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas de Lago



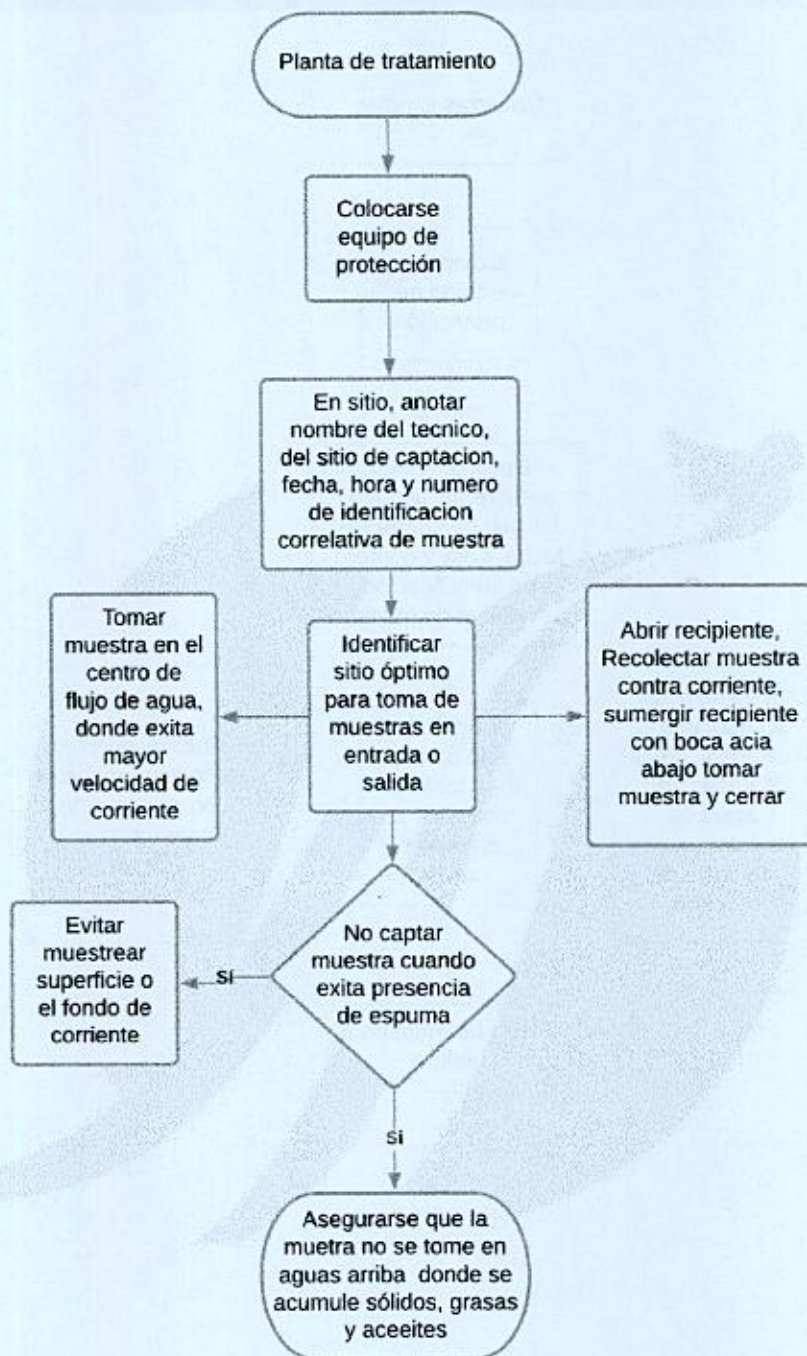
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas compuestas



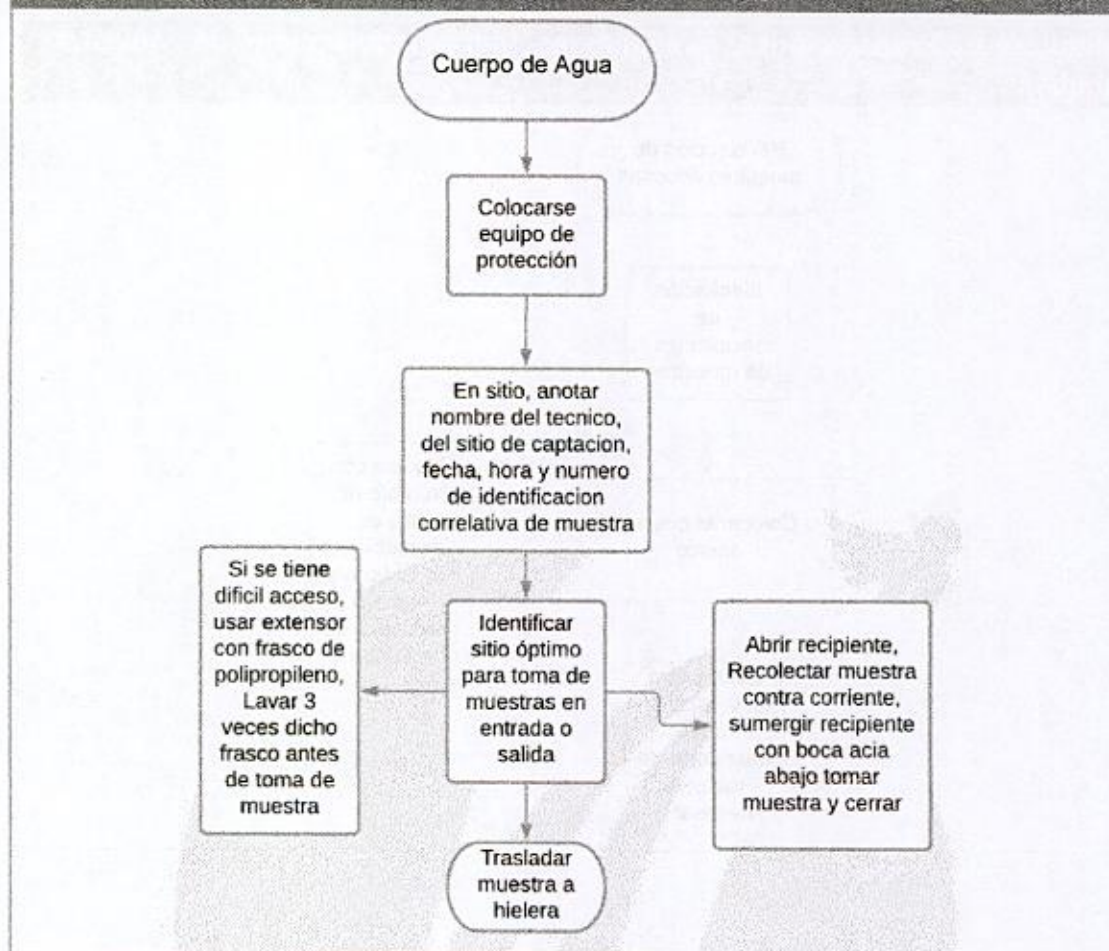
Monitoreo: Recolección de muestras acuosas simples



Monitoreo: Recolección de muestras acuosas de Planta de tratamiento

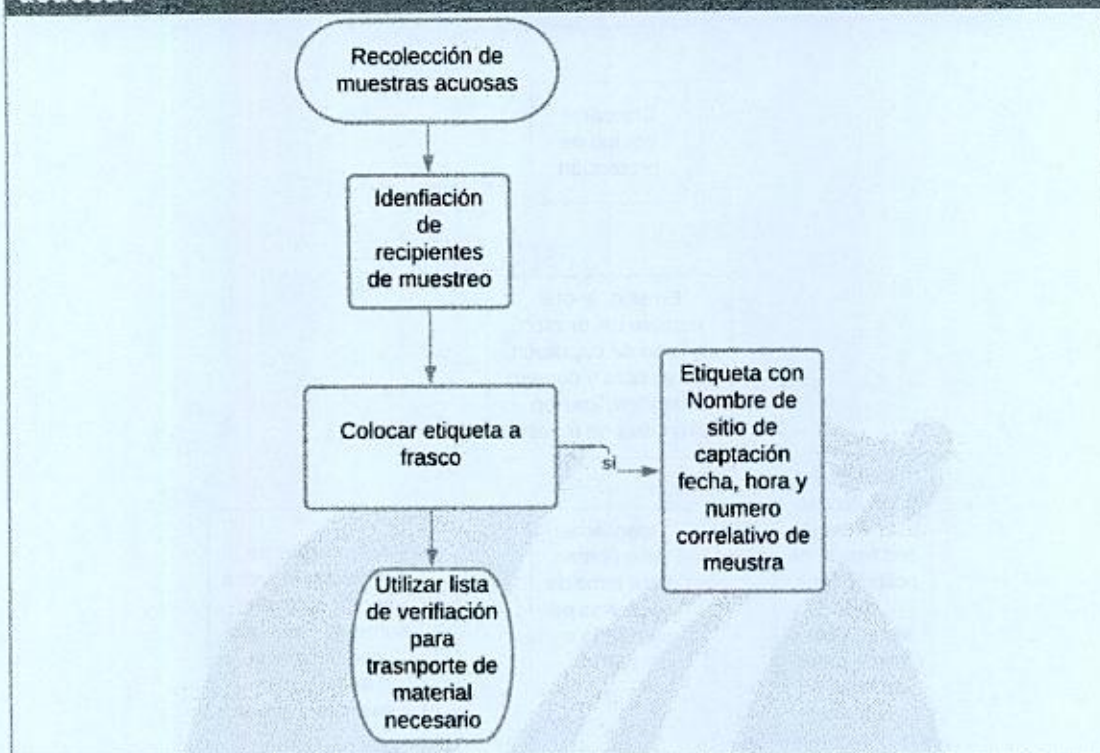


Monitoreo: Recolección de muestras acuosas en ríos



10. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS

Monitoreo: Preparaciones preliminares para recolección de muestras acuosas



Anexo 9.6.5.1

Fórmulas para la estimación de las concentraciones de clorofila α y feofitina

$$\text{Clorofila } \alpha \text{) } \begin{array}{l} \text{mg} \\ \text{---} \\ \text{m}^3 \\ = \end{array} \frac{26.7(664_6 - 665_9) \times V_2}{V_1 \times L}$$

$$\text{Feofitina } \alpha \text{) } \begin{array}{l} \text{mg} \\ \text{---} \\ \text{m}^3 \\ = \end{array} \frac{26.7[1.7(665_9) - 664_6] \times V_2}{V_1 \times L}$$

Donde:

- V1: Volumen del extracto, L.
- V2: Volumen de la muestra m3.
- L: Longitud de la celda, cm.
- 664b y 665a: Densidades ópticas del extracto en acetona al 90% antes (b) y después (a) de la acidificación.

J. Incertidumbre o Procedimiento para estimarla

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los filtros de 47mm desplazan un volumen 0.10mL por lo que introducen un error del 1%.

G.3. Verificación preliminar

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Calibrar el equipo a utilizar.
2		Contar con material resistente a acetona y libre de ácido.

G.4. Extracción y cuantificación de clorofila α y feofitina α .

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Colocar la muestra en el macerador de tejidos de vidrio y teflón a 500rpm por 1 minuto, junto con 2mL a 3mL de acetona al 90%.
2		Transferir la muestra a un tubo de centrifuga, enjuagar el macerador con la solución de acetona y añadir el enjuague al tubo con el extracto. Ajustar el volumen a 10mL con la solución de acetona.
3		Incubar las muestras al menos 2 horas a 4°C en la oscuridad.
4		Clarificar por medio de filtración y decantar el extracto en un tubo de centrifuga de 15mL y medir el volumen.
5		Transferir 3mL del extracto clarificado a una celda de un 1cm y leer a 750nm y 664nm.
6		Acidificar el extracto en la celda con 0.1mL de 0.1N HCl.
7		Agitar suavemente y dejar reposar 90 segundos.
8		Leer en espectrofotómetro a 750nm y 665nm.

H. Criterios o Requisitos para la aprobación o el rechazo de los resultados

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	La concentración de feofitina es mayor a la de clorofila.
2		Se obtienen resultados negativos para las concentraciones.

I. Reporte de resultados, dimensionales, formato donde se reporta

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Profesional para análisis de metales pesados	Los resultados obtenidos deben reportarse en concentración (mg/L).

F. Condiciones ambientales requeridas

F.1.1. Luz tenue.

F.1.2. Durante parte del procedimiento, es necesario que las muestras se mantengan a 4°C.

G. Procedimiento

G.1. Preparaciones preliminares

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Concentrar la muestra inmediatamente después del monitoreo. De no ser posible, almacenar las muestras a 4°C y protegidas de la luz.
2		Las muestras en filtros, con pH mayores o iguales a 7, se pueden mantener almacenadas en bolsas plásticas por 3 semanas, evitando que la muestra tenga contacto con el aire. Las muestras con más acidez se deben procesar inmediatamente.
3		Todo el equipo y cristalería que esté en contacto con las muestras debe estar libre de ácido.

G.2. Preparación de soluciones

G.2.1. Solución saturada de magnesio

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Disolver 1.0g de polvo de $MgCO_3$ en 100mL de agua destilada.

G.2.2. Solución acuosa de acetona

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Mezclar 90 partes de acetona grado reactivo con 10 partes de la solución saturada de magnesio.

G.2.3. Solución 0.1N HCl

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
1	Especialista en biodiversidad	Agregar 8.18mL de HCl al 37.5% en 1L de agua destilada.

9.6.5. EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA A Y FEOFITINA A POR MEDIO DE ESPECTROFOTOMETRÍA

A. Objetivo

El objetivo del presente documento es describir los métodos estándar para la extracción y posterior cuantificación de clorofila α y feofitina α por medio de espectrofotometría

B. Responsabilidad y autoridad

B.1. Encargado de Laboratorio: velar por el cumplimiento de las instrucciones establecidas en el presente procedimiento.

B.2. Personal técnico: Llevar a cabo la extracción como la cuantificación de clorofila α y feofitina α .

C. Método de análisis

C.1.1. Extracción y cuantificación de clorofila α y feofitina α por medio de espectrofotometría.

D. Documentos relacionados

POE-AMSA-04-002 Lavado de Cristalería de Laboratorio

E. Material y equipo

E.1.1. Reactivos

E.1.1.1. Acetona, grado reactivo.

E.1.1.2. $MgCO_3$, grado reactivo.

E.1.1.3. HCl, grado reactivo

E.1.2. Materiales

E.1.2.1. Filtros de fibra de vidrio de 47mm de diámetro y de 0.45 μ m.

E.1.2.2. Embudo resistente al solvente.

E.1.2.3. Celdas con una longitud de 1cm.

E.1.2.4. Pipetas de 0.1mL, 5mL y 10mL resistentes al solvente.

E.1.3. Equipos

E.1.3.1. Centrífuga

E.1.3.2. Macerador de tejidos, utilizar tubos de fondo redondo, con su respectivo mortero con surcos en la punta de teflón.

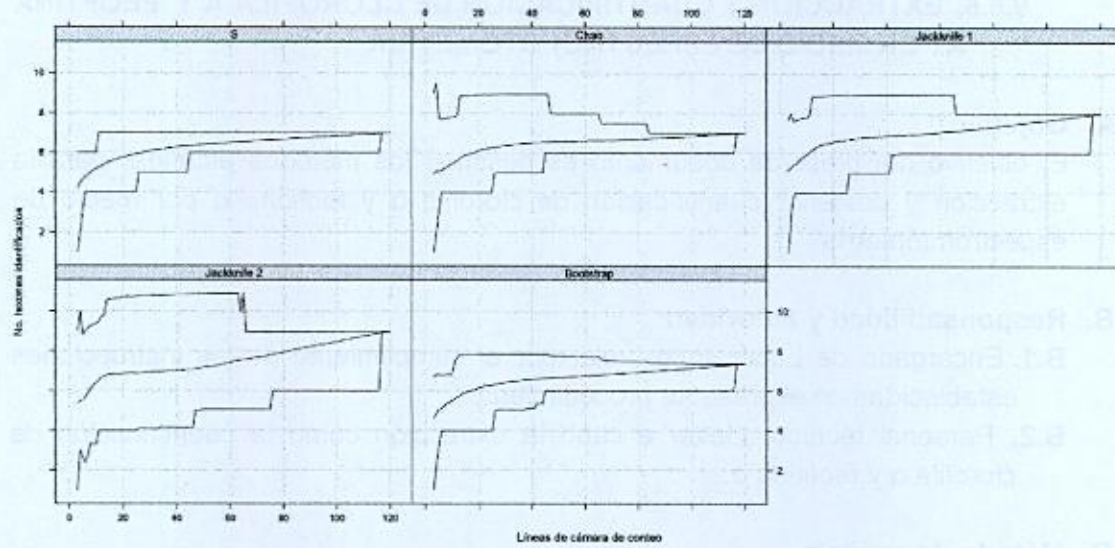
E.1.3.3. Bomba de vacío.

E.1.3.4. Espectrofotómetro con un ancho de banda espectral entre 0.5 y 2.0 nm.

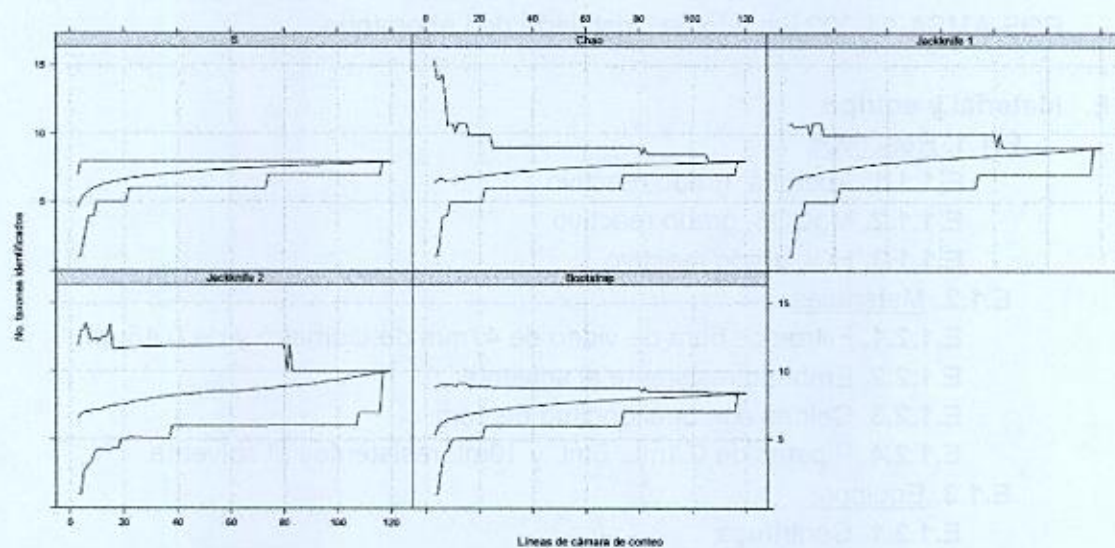
E.1.4. Equipo de protección personal

E.1.4.1. Guantes

E.1.4.2. Bata



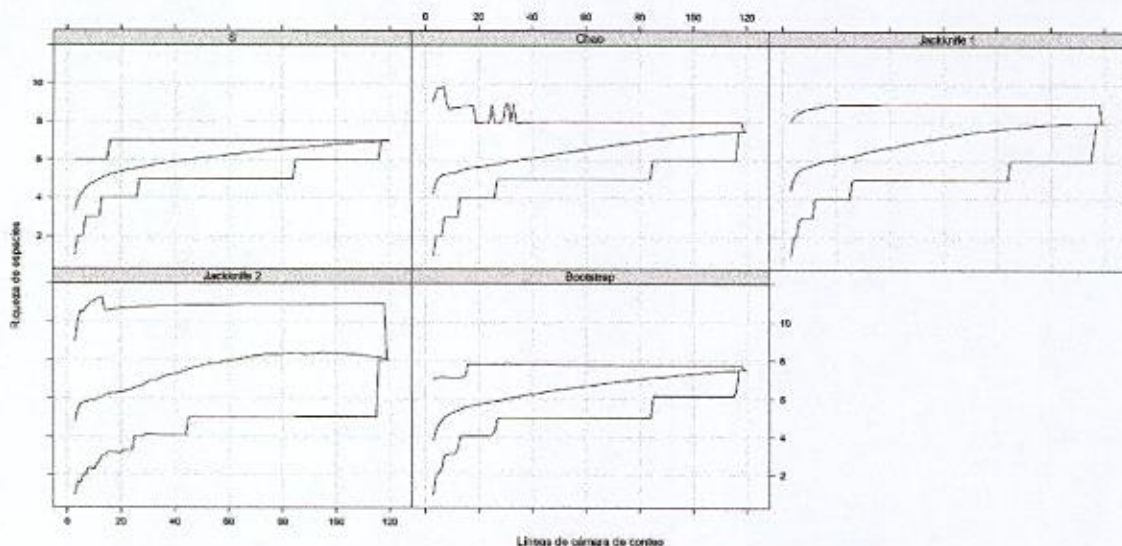
Gráfica No. 3: Curvas de acumulación de especies generadas por estimadores de la riqueza no paramétricos (CHAO, Jackknife, etc.) para el Oeste Centro, en el mes de mayo. Metodología: Arrastre Horizontal.



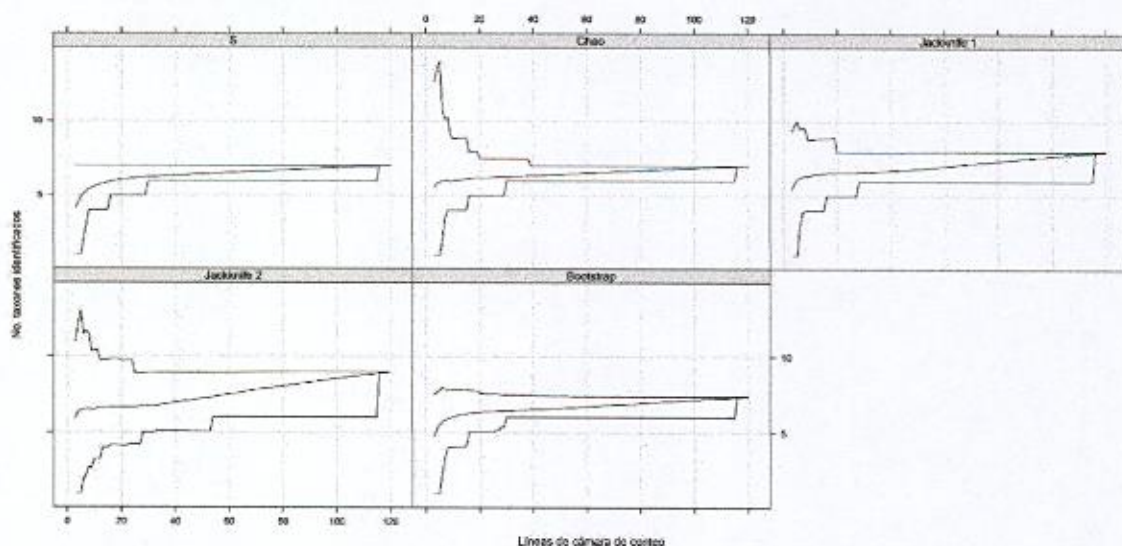
Gráfica No. 4: Curvas de acumulación de especies generadas por estimadores de la riqueza no paramétricos (CHAO, Jackknife, etc.) para el Oeste Centro, en el mes de mayo. Metodología: Arrastre Vertical.

Anexo 9.6.4.1

Curvas de acumulación de especies realizadas en los puntos de Este Centro (EC) y Oeste Centro (OC). Las unidades de esfuerzo de muestreo (eje "x") son las líneas de la cámara de conteo Sedgwick-Rafter que se contaron. En un 1 ml analizado, se cuentan hasta 20 líneas. En totalidad se contaron 120 líneas (6 mls).



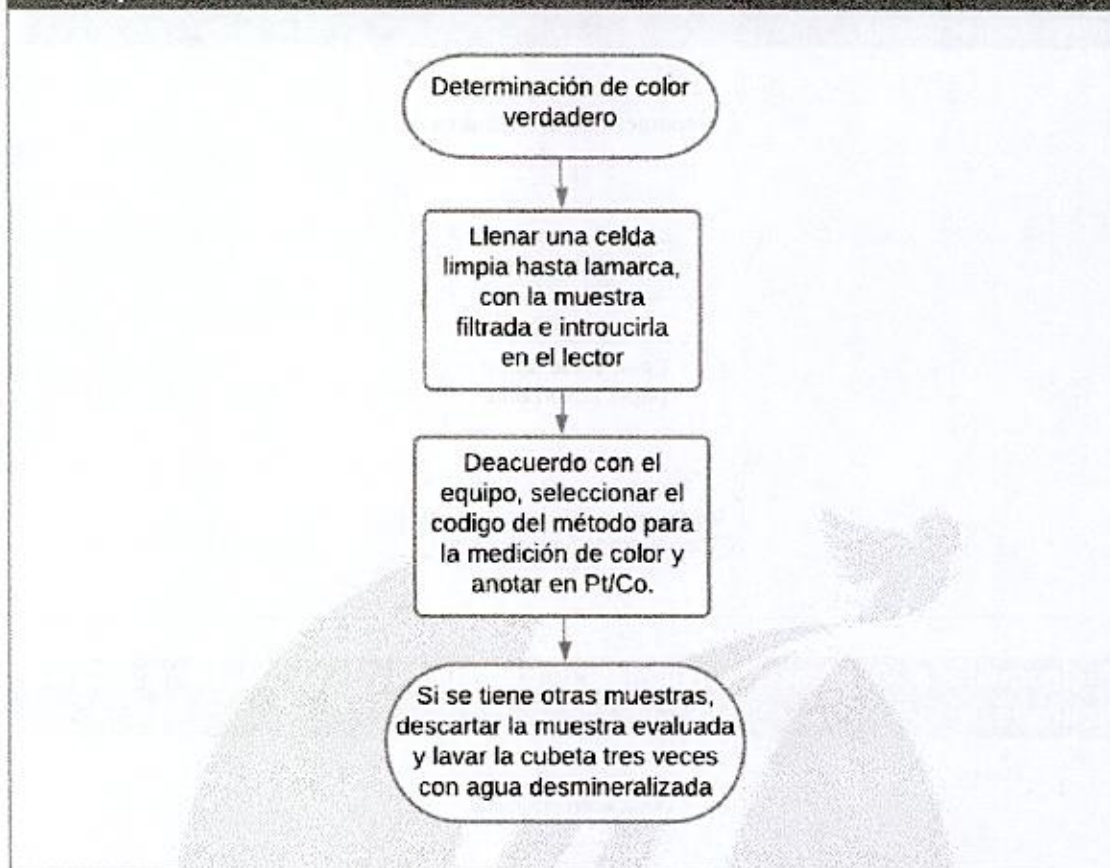
Gráfica No. 1: Curvas de acumulación de especies generadas por estimadores de la riqueza no paramétricos (CHAO, Jackknife, etc.) para el Este Centro, en el mes de mayo. Metodología: Arrastre Horizontal.



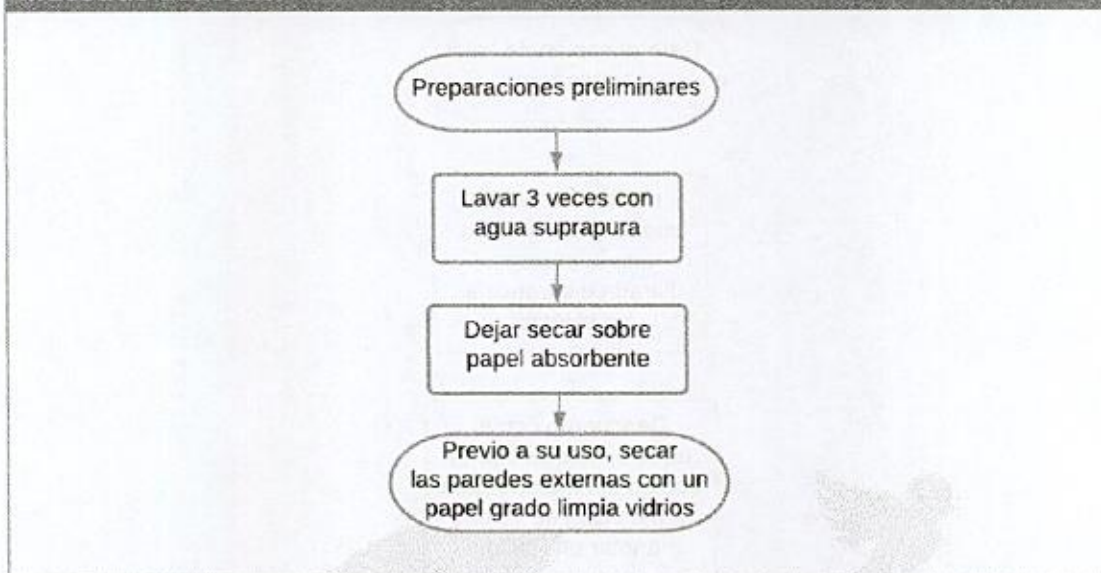
Gráfica No. 2: Curvas de acumulación de especies generadas por estimadores de la riqueza no paramétricos (CHAO, Jackknife, etc.) para el Este Centro, en el mes de mayo. Metodología: Arrastre Vertical.

Paso Número	Puesto Funcional	Descripción tarea/actividad
2	Especialista en biodiversidad	Todas las muestras tendrán una identificación con los siguientes datos: fecha de colecta, colector, tipo de colecta (arrastre vertical u horizontal, por ejemplo), preservante y punto de colecta.

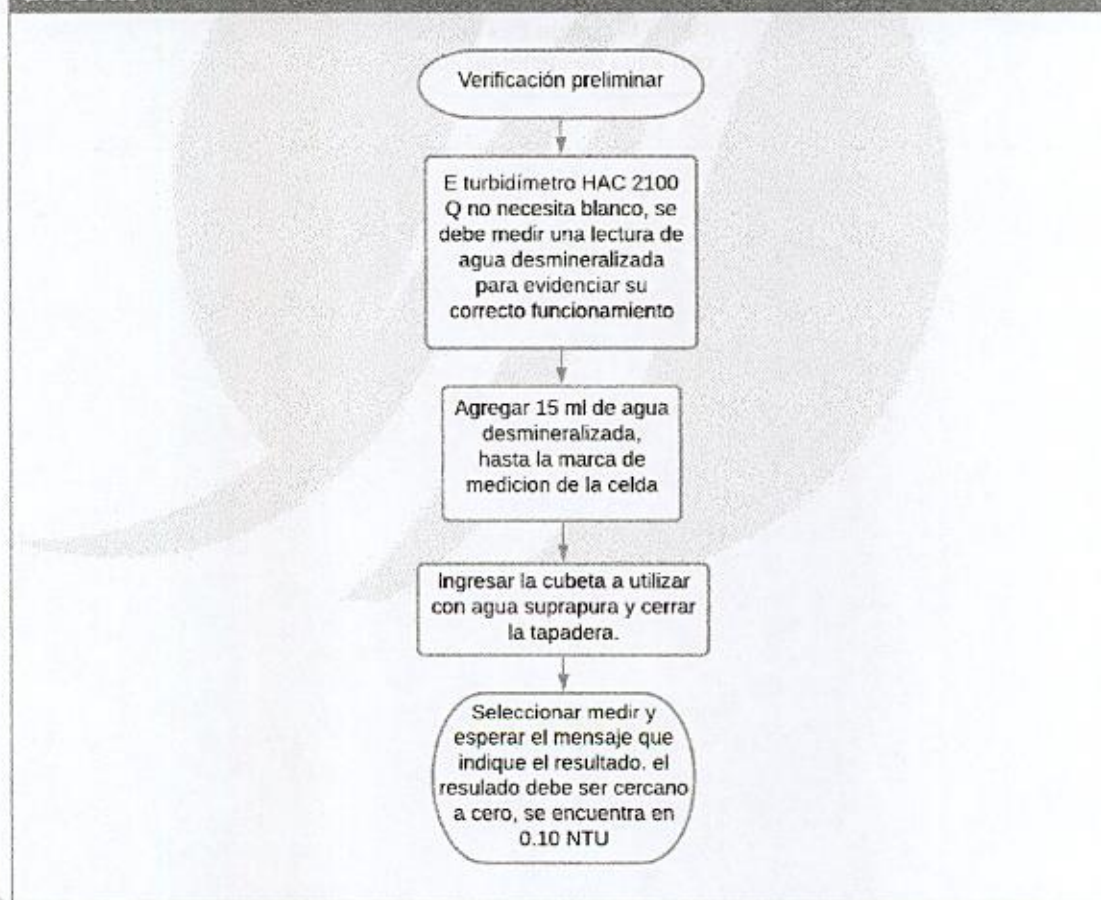
Fisicoquímica: Determinación de color verdadero



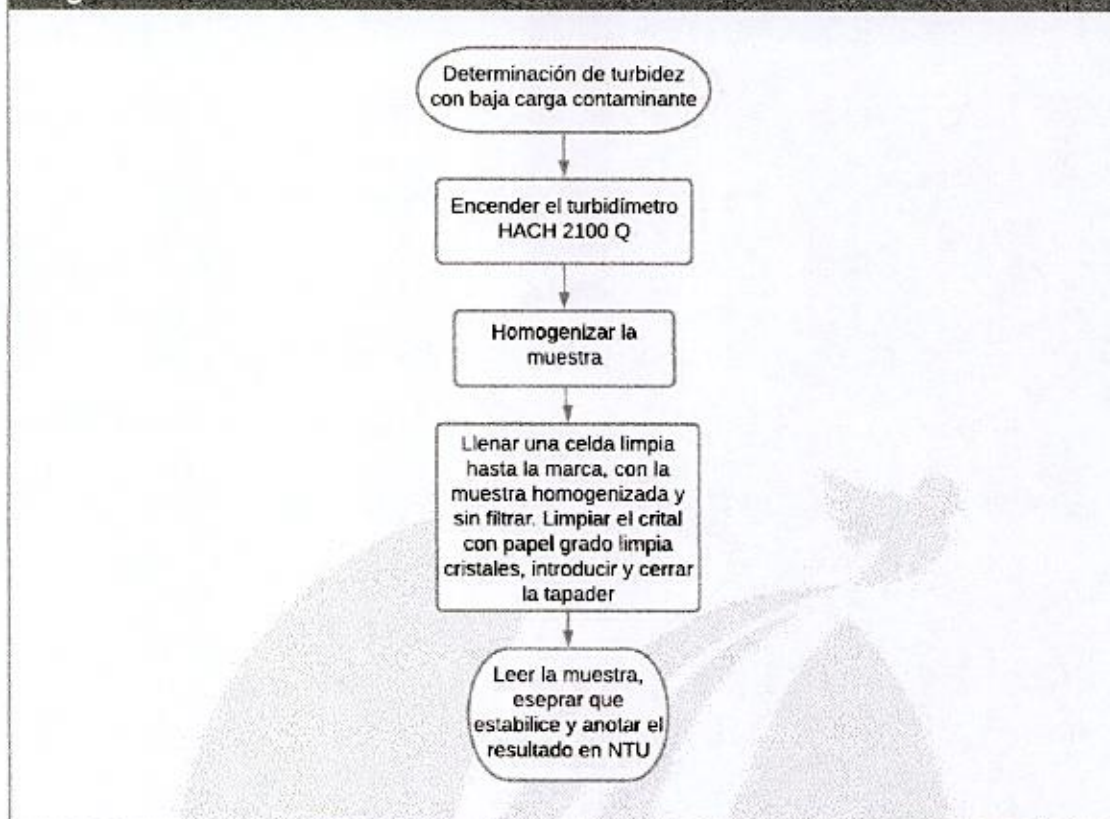
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares determinación de turbidez en muestras acuosas.



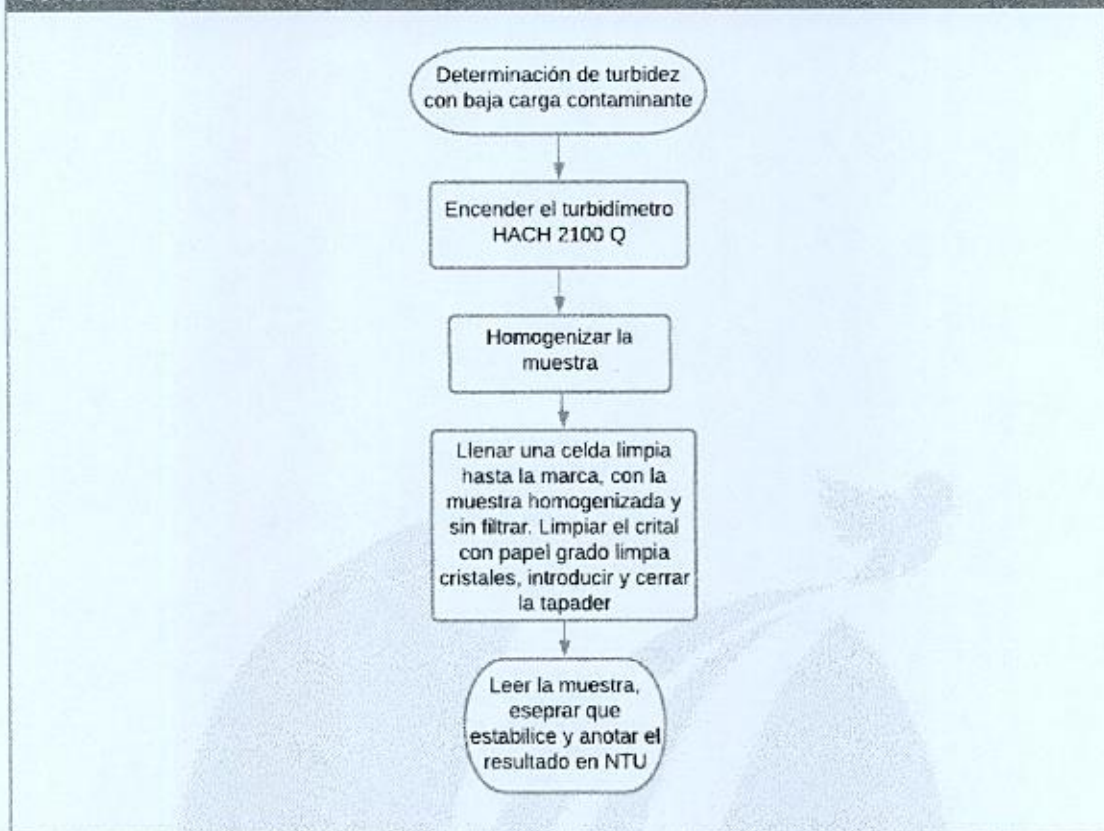
Fisicoquímica: Verificación preliminar determinación de turbidez en muestras acuosas



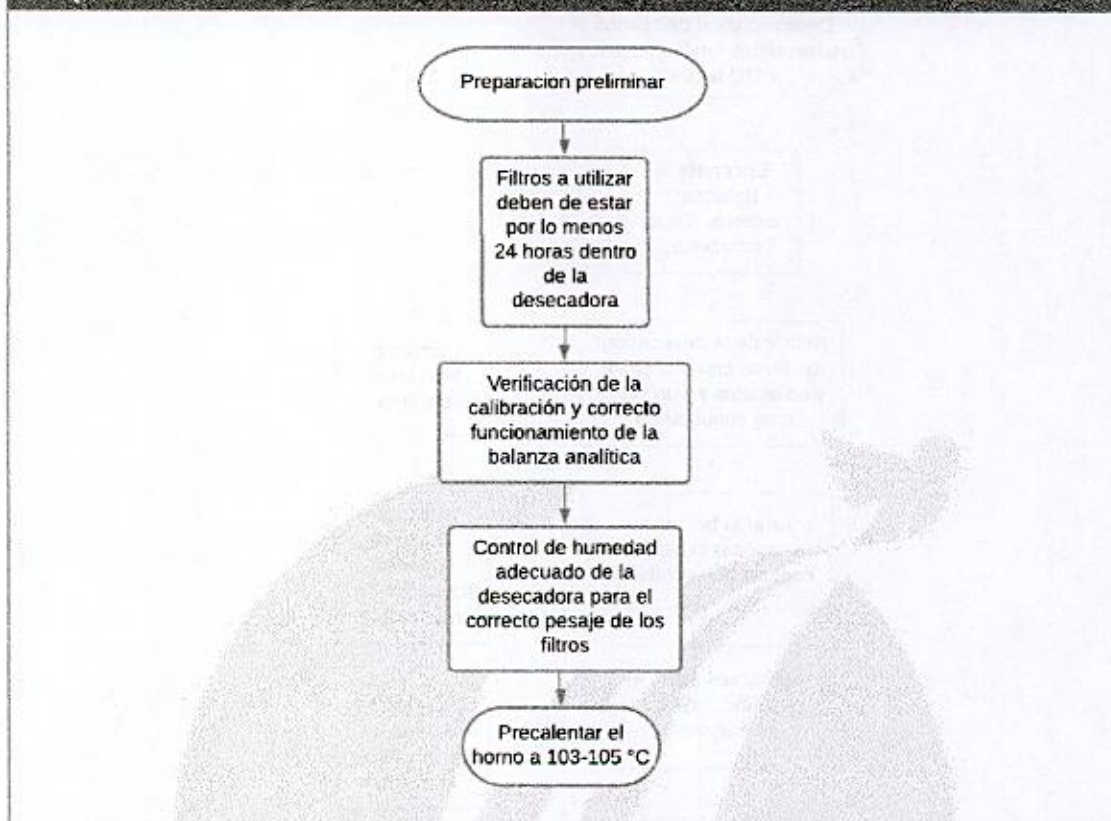
Fisicoquímica: Determinación de turbidez en muestras acuosas con baja carga contaminante



Fisicoquímica: Determinación de turbidez en muestras acuosas con alta carga contaminante



Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de sólidos suspendidos en muestras acuosas



Fisicoquímica: Secado determinación de sólidos suspendidos en muestras acuosas

Determinación de sólidos
suspendidos totales secados
a 103 a 105°C

Encender la
balanza y
esperar a que
estabilice.

Retirar de la desecadora
los filtros con una pinza
y colocarlos en un vidrio
reloj etiquetando.

Tarar la balanza y
colocar el filtro.
esperar que estabilice

Anotar resultado el
peso inicial de filtro
en miligramos

Amar el
sistema de
filtración
Kitasato

Colocar el filtro
tomándolo con la
pinza en el vidrio
de reloj. con el
horno a 13-105°C
introducir los
filtros durante 1
hora

Retirar los filtros con
una pinza e
introducirlos a la
desecadora, de manera
que se enfrien y lleguen
a temperatura ambiente
y anotar resultado

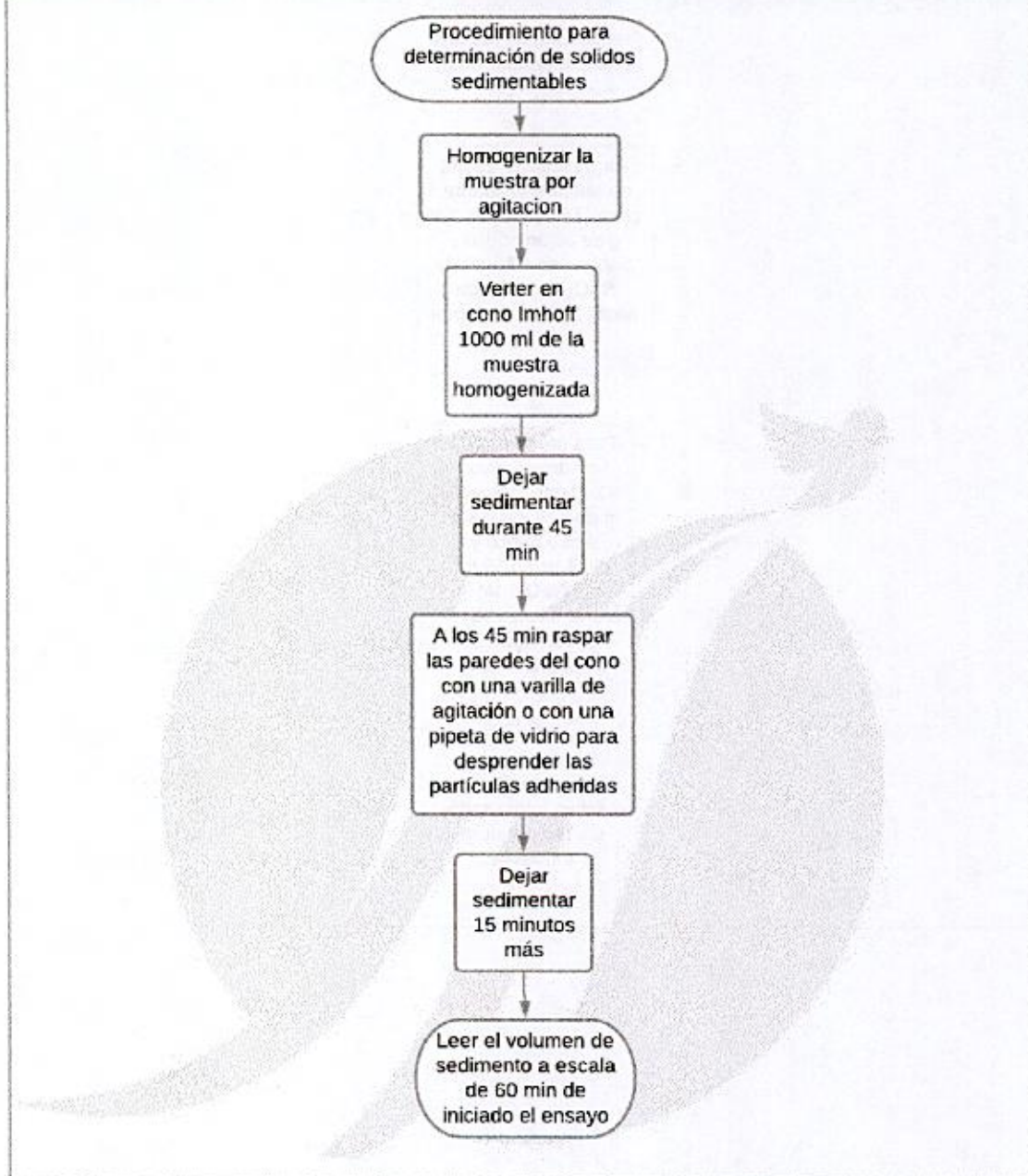
Colocar el
filtro en el
sistema

Medir y
anotar el
volumen
requerido en
una probeta.

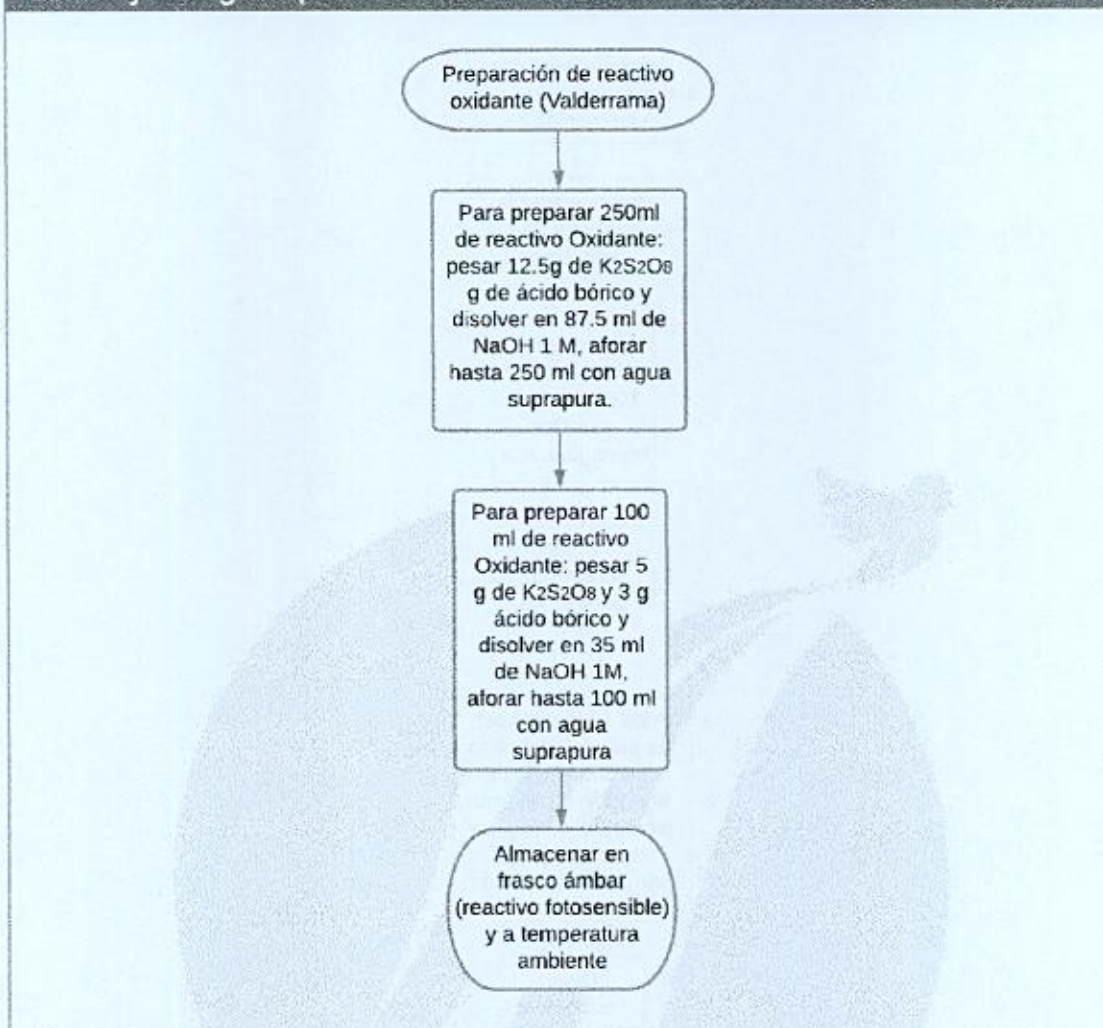
Encender el
sistema de
vacío y filtrar
la muestra

Colocar el embudo
con el filtro de la
muestra y pasar por
la muestra 30 ml de
agua desmineralizada
en porciones de 10 ml

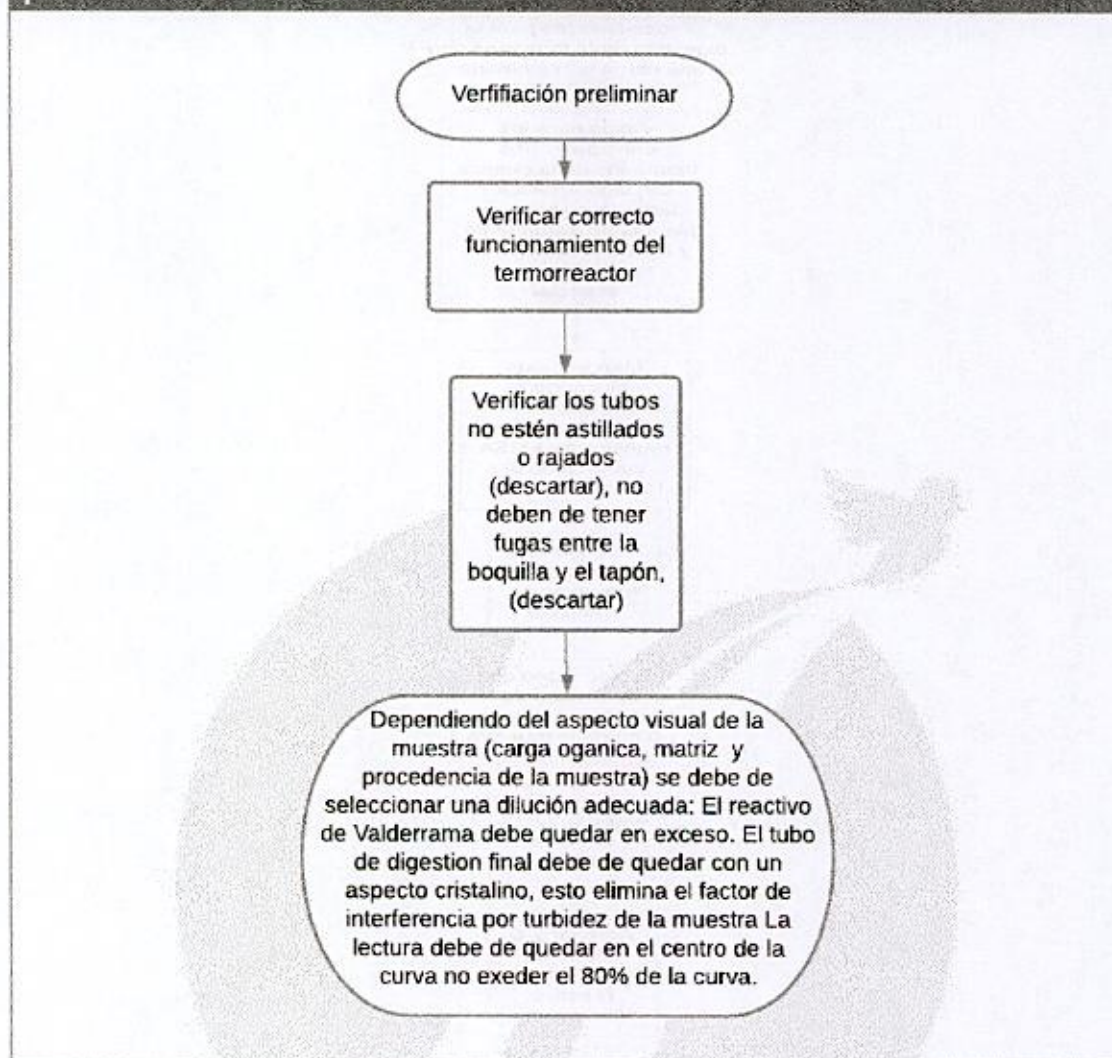
Fisicoquímica: Determinación de sólidos sedimentables en muestras acuosas



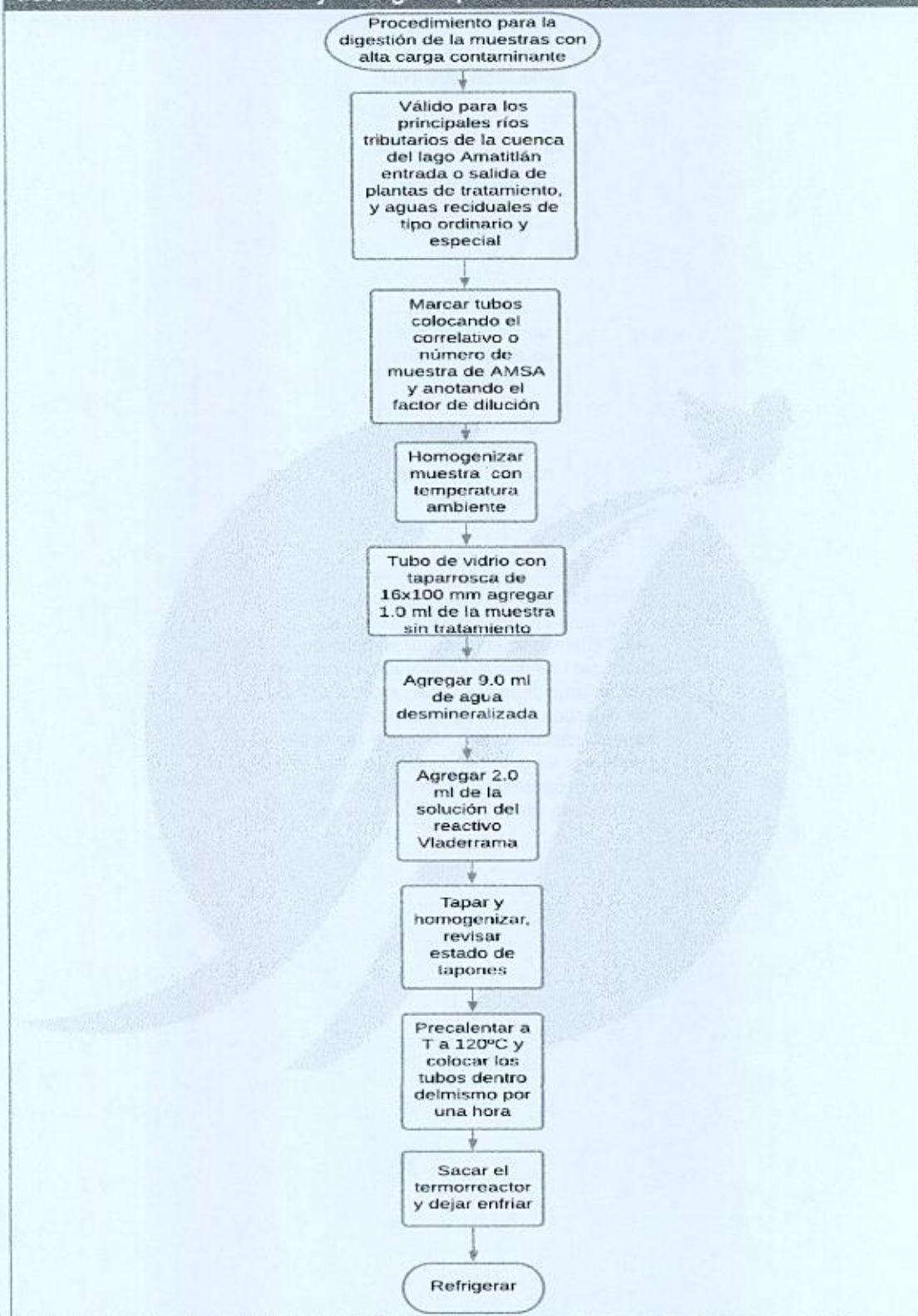
**Fisicoquímica: Preparaciones de reactivo oxidante para determinación de
fósforo y nitrógeno por el método Valderrama**



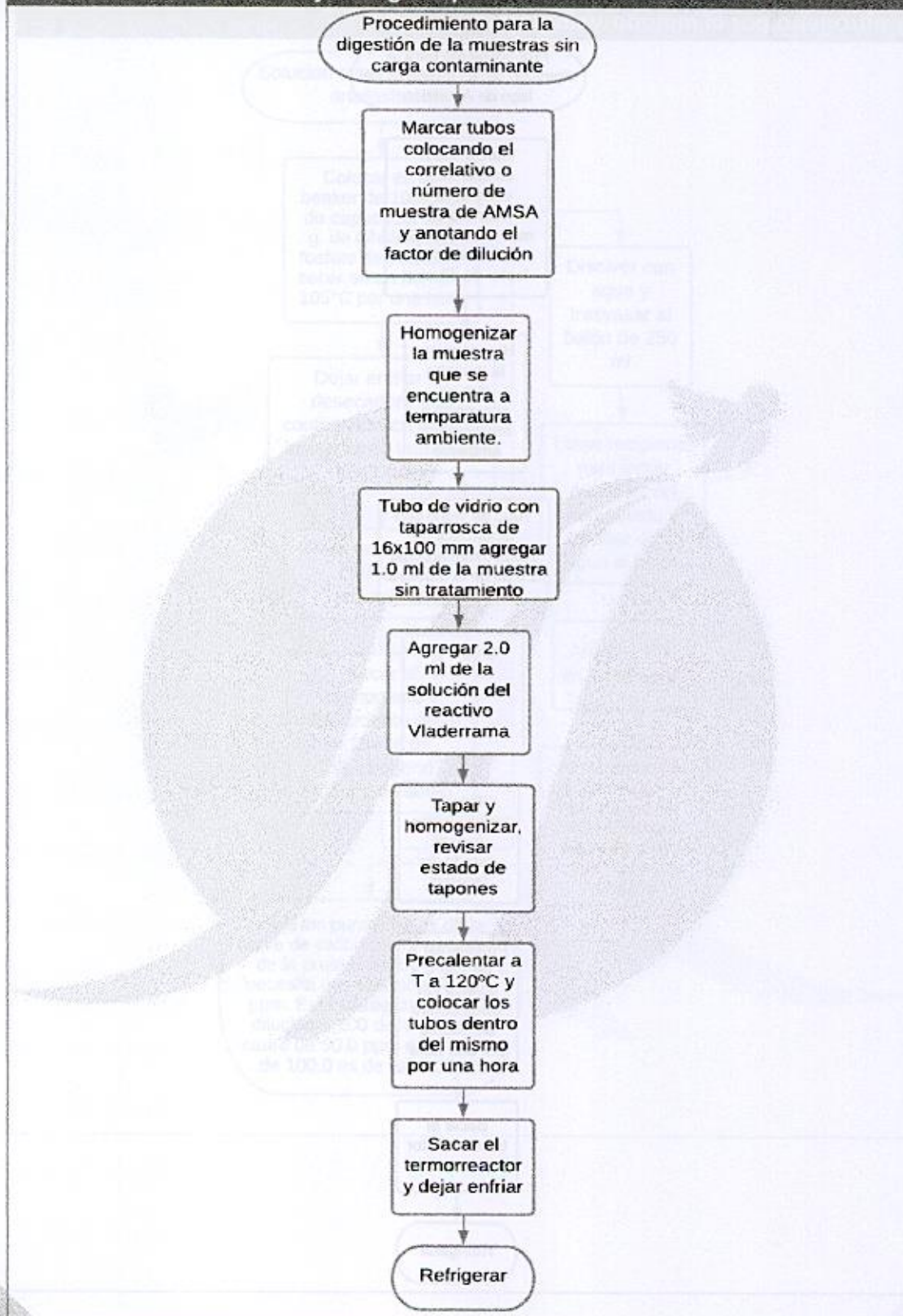
**Fisicoquímica: Verificación preliminar determinación de fósforo y nitrógeno
por el método Valderrama**



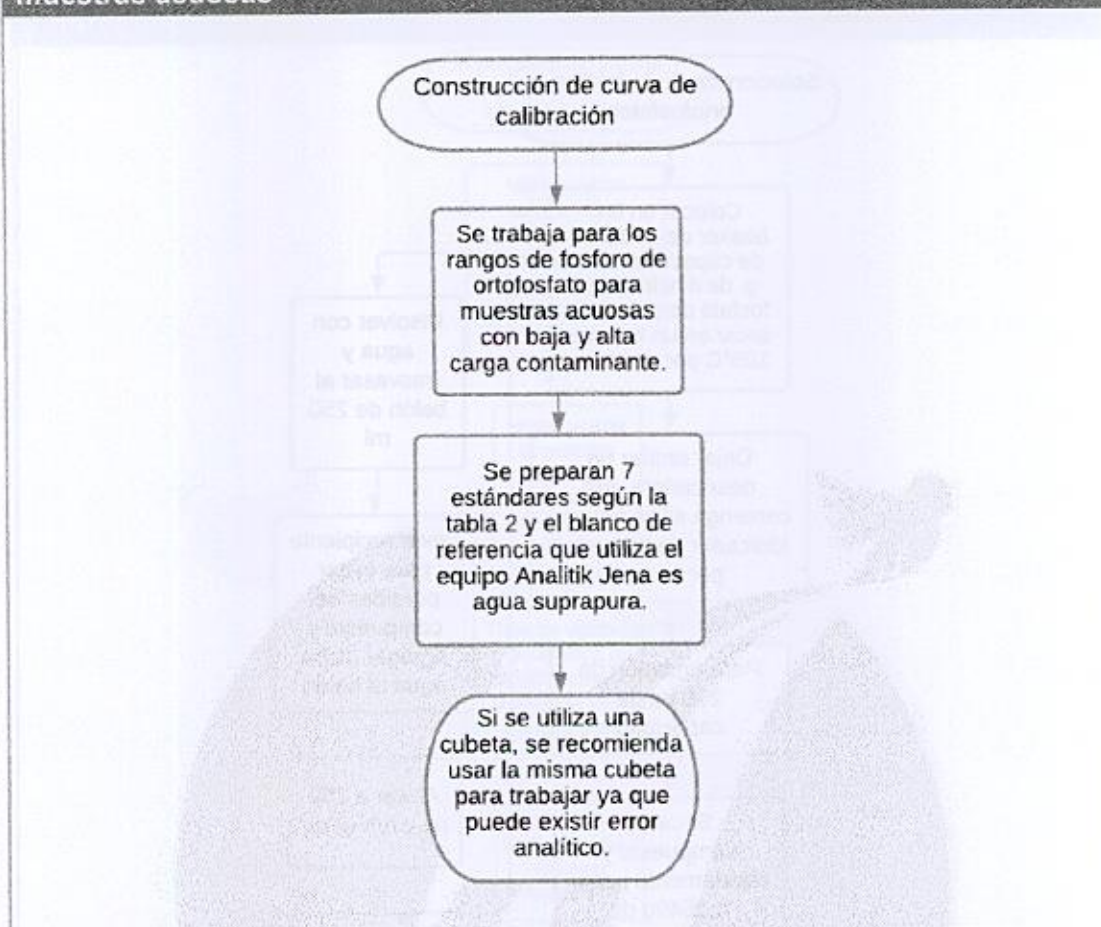
**Fisicoquímica: Digestión de muestras con alta carga contaminante para
determinación de fósforo y nitrógeno por el método Valderrama**



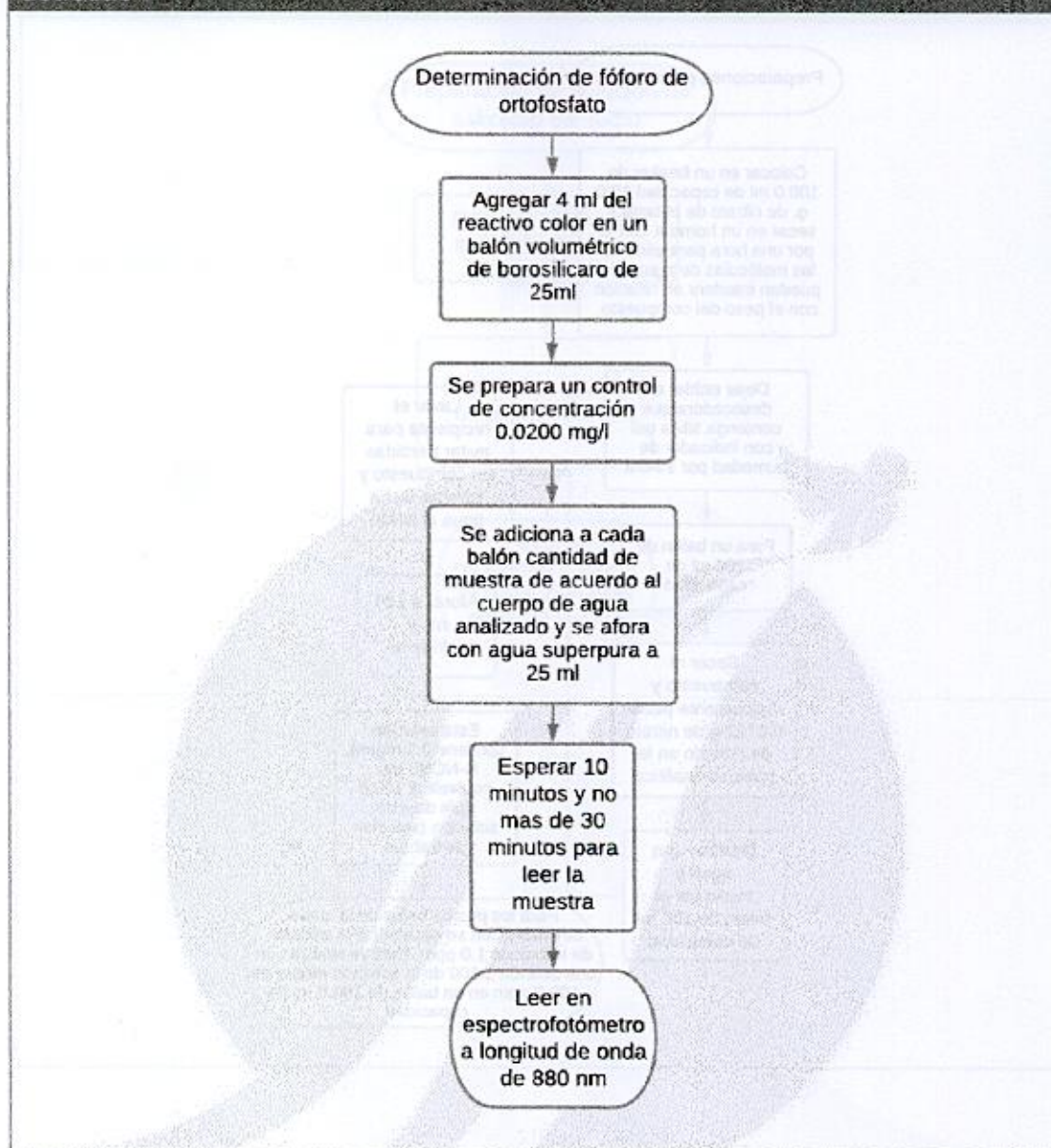
Físicoquímica: Digestión de muestras sin carga contaminante para determinación de fósforo y nitrógeno por el método Valderrama.



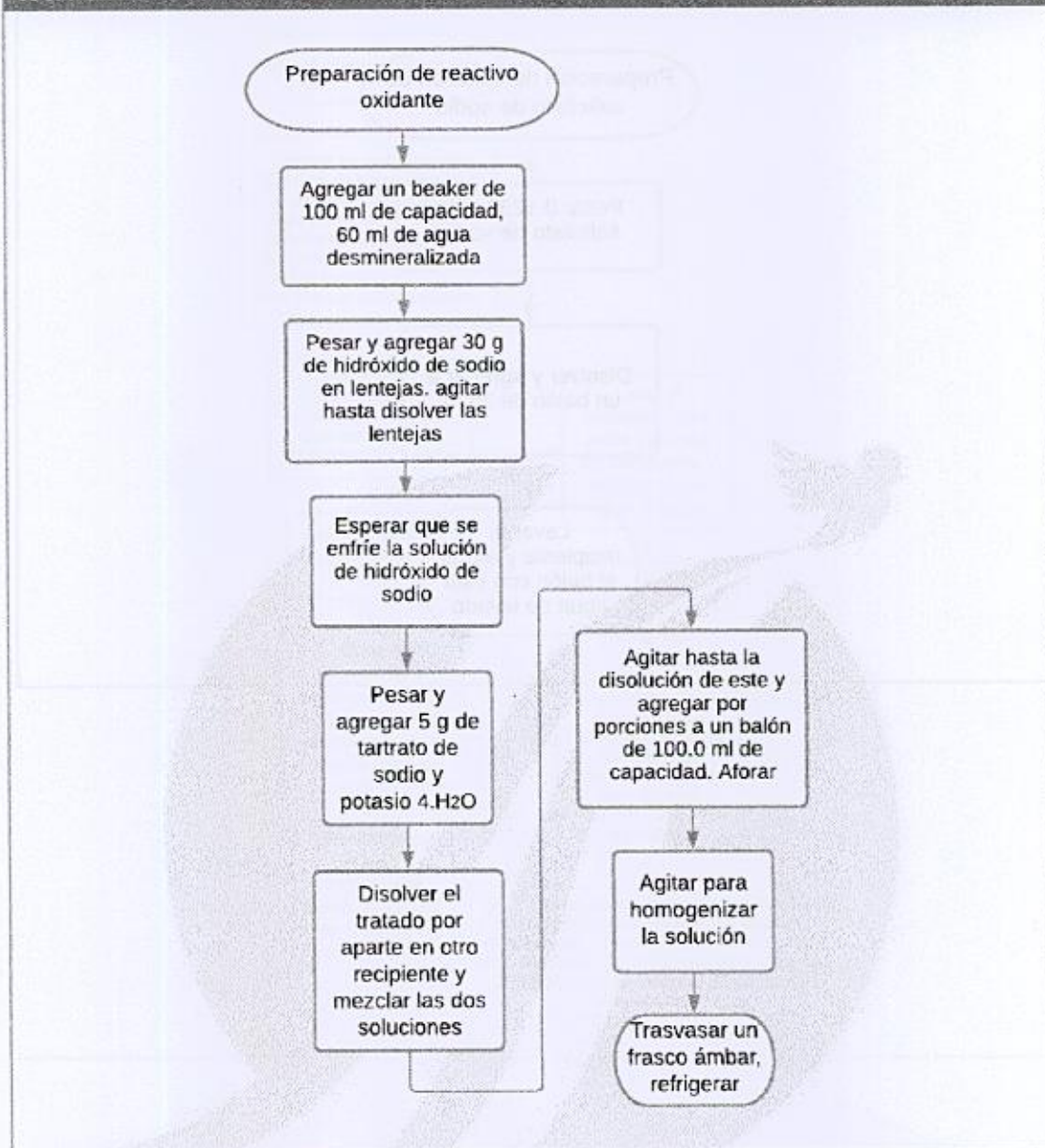
Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de ortofosfatos en muestras acuosas



Físicoquímica: Determinación de fósforo de ortofosfatos en muestras acuosas



Físicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de nitrógeno total en muestras acuosas



**Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de nitrógeno total
en muestras acuosas**

Construcción de la curva de
calibración

Esta se trabaja para
los rangos de nitratos
para muestras
acuosas con baja y
alta carga
contaminante

Se preparan 7
estándares y el blanco
de referencia que utiliza
el equipo Analitik Jena
es agua suprapura

Fisicoquímica: Determinación de nitrógeno total en muestras acuosas

Procedimiento para
determinación de nitrógeno
total en muestras acuosas

En una porcelana
agregar la totalidad del
tubo que contiene la
gestión con persulfato
análogo al método
de Valderrama

Realizar un lavado
al tubo con 5 ml
de agua suprapura
y agregar a la
porcelana

Agregar 1 ml
de la solución
de sodio a la
porcelana

Calentar en una plancha
a una temperatura que no
sobrepase los 85 °C. La
plancha se debe de
colocar a una
temperatura de 230 °C
para alcanzar la
temperatura anterior.

Cuando la muestra se haya
secado en su totalidad (y aun
en caliente) se debe de
agregar 1.0 ml de ácido
sulfúrico concentrado (95-97
) y rotar la porcelana a
manera que cubra toda la
superficie interna inferior de la
porcelana.

Esperar a
que enfrie

Agregar
aproximadamente
50.0 ml de agua
desmineralizada

Agregar 10.0
ml del
reactivo
oxidante.

El contenido
de la
porcelana se
debe de
agregar a un
balón aforado
de 100.0 ml
de capacidad.

Se debe de lavar la
porcelana para
recolectar las trazas de
color que hayan
quedado en la misma y
con esta misma agua de
lavado de afora el balón.
Lavado con agua
desmineralizada

El balón se
termina de
aforar con
agua
desmineralizada.

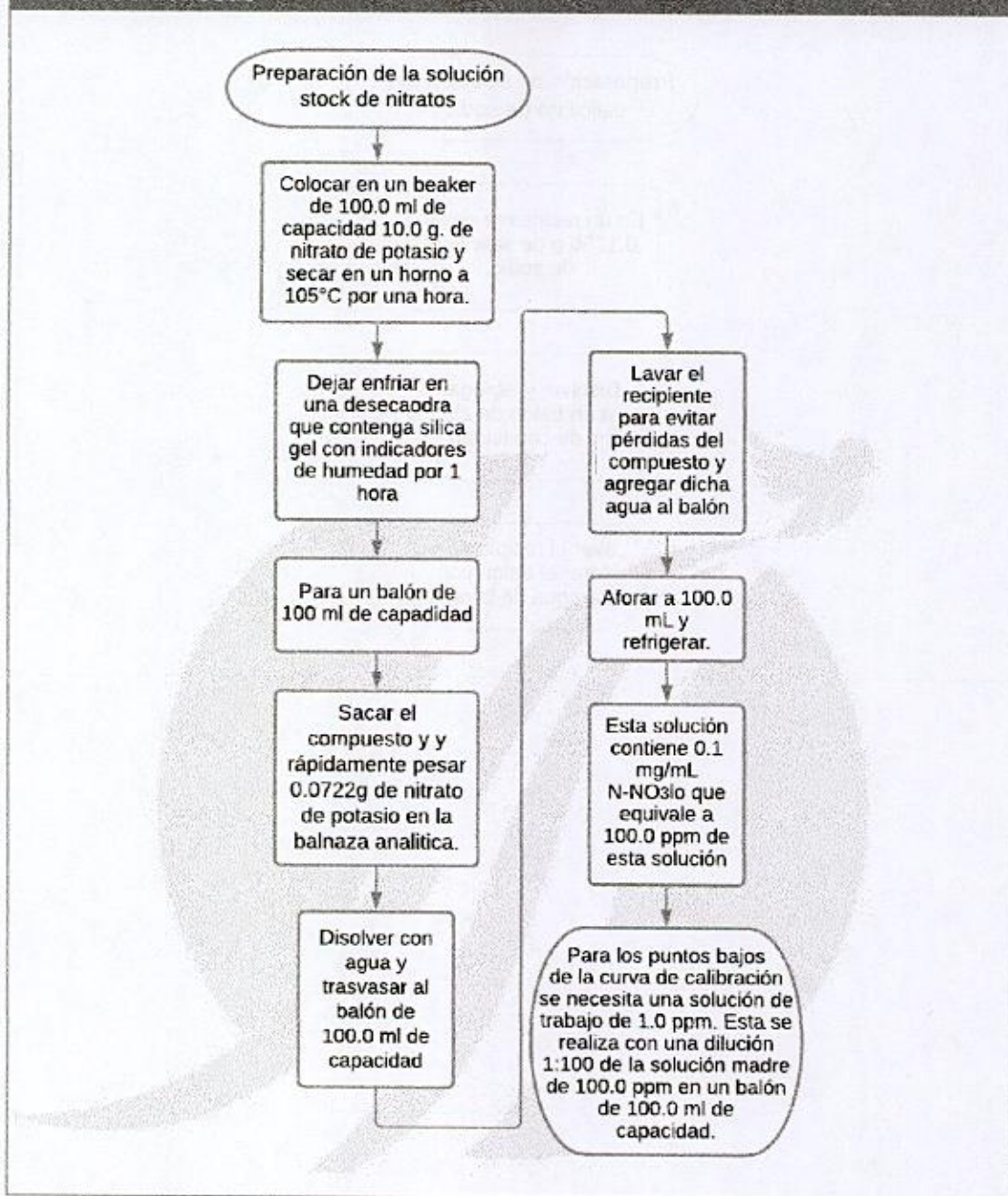
Agitar para
homogenizar
los
compuestos

Anotar el
factor de
dilución de
cada balón

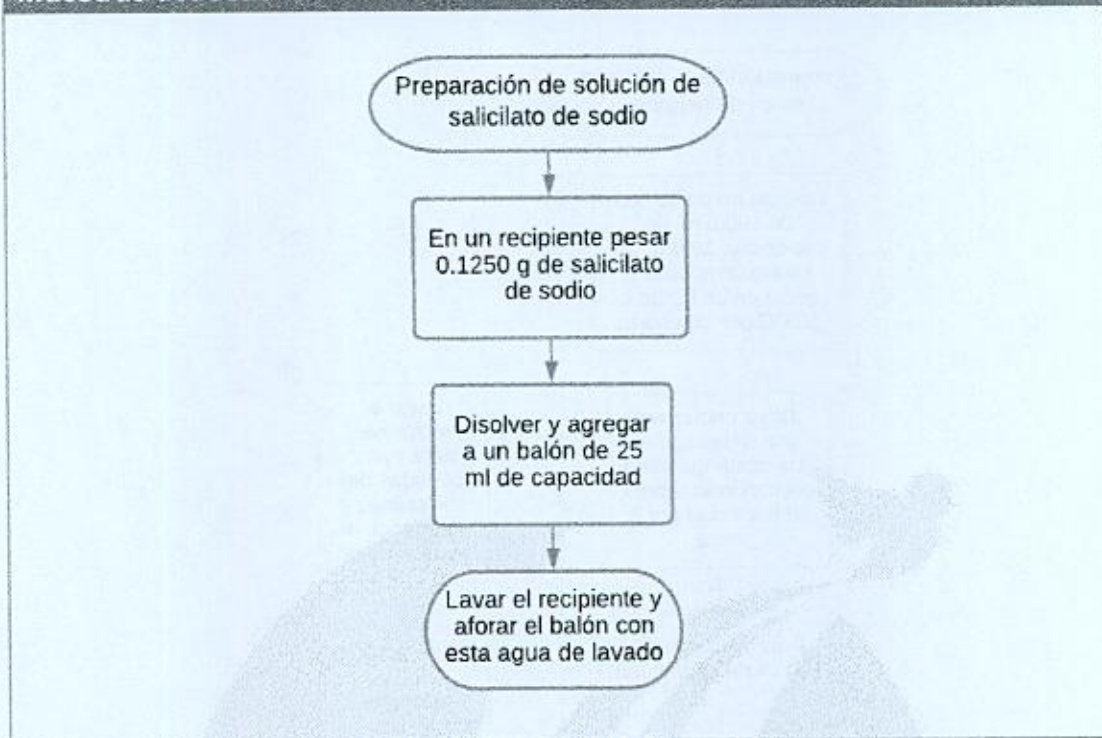
Esta prueba se debe
de leer en un
espectrofotómetro en
una curva de
calibración
previamente realizada
a una longitud de
onda de 420 nm

Leer
inmediatamente
después de su
realización, el color
es estable por una
hora.

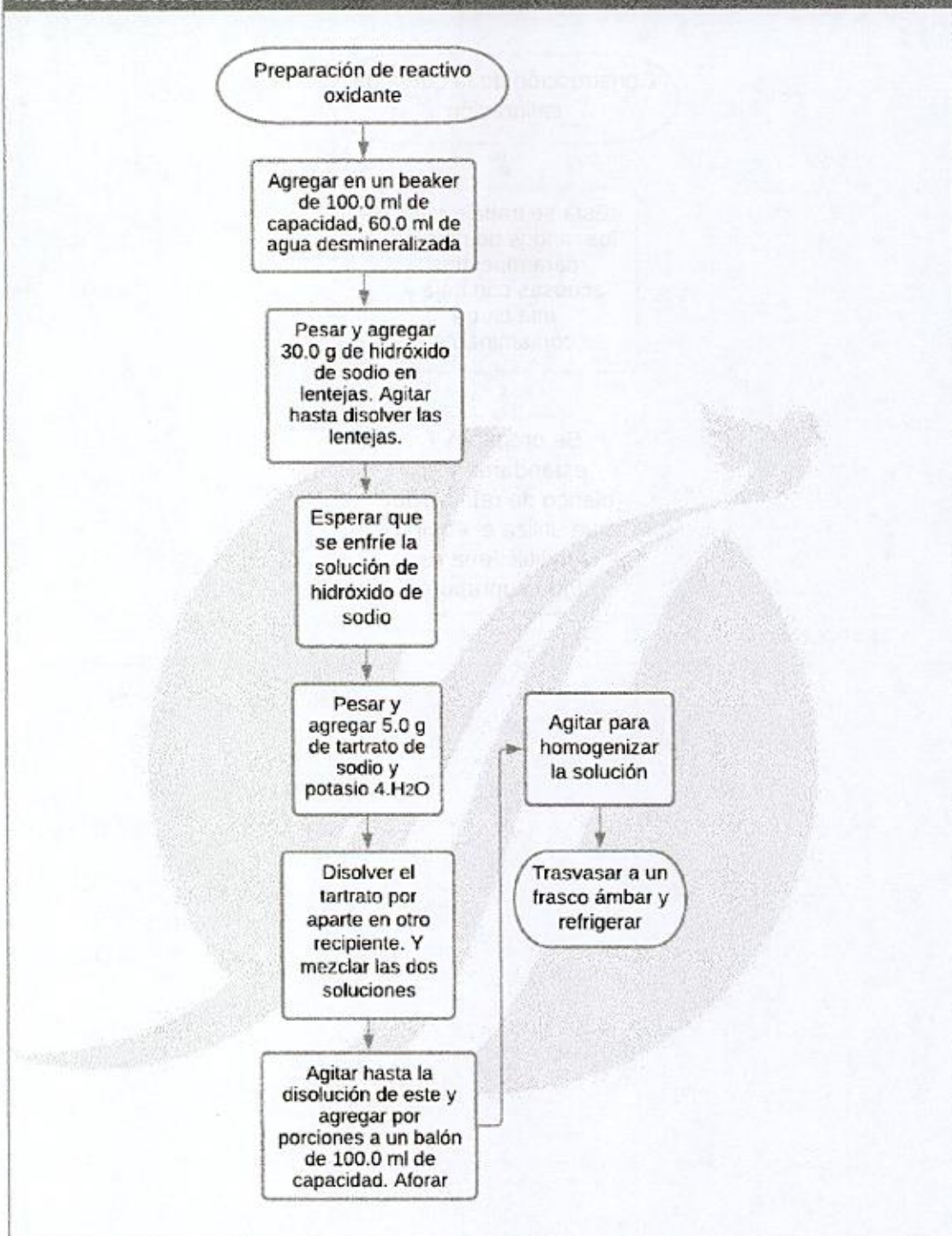
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de nitratos en muestras acuosas



Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de nitratos en muestras acuosas



Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de nitratos en muestras acuosas



Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de nitratos en muestras acuosas

Construcción de la curva de calibración

Esta se trabaja para los rangos de nitratos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante

Se preparan 7 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analitik Jena es agua suprapura

Fisicoquímica: Determinación de nitratos en muestras acuosas

Procedimiento para
determinación de nitratos en
agua

En una porcelana limpia
agregar una cantidad de
muestra adecuada según la
matriz de la muestra y
agregar 1.0 ml de salicilato
de sodio.
10.0 ml para muestra de
ríos de la cuenca.
20.0 ml para muestras del
lago de Amatitlán.
10.0 ml para muestras de
agua subterránea para uso
potable. 20.0 ml para
cuerpos de agua y ríos que
no contengan materia
orgánica.

Calentar en una
plancha a una
temperatura que no
sobrepase los 85 °C.
La plancha se debe de
colocar a una
temperatura de 230 °C
para alcanzar la
temperatura anterior.

Cuando la muestra se
haya secado en su
totalidad, agregar 1 ml
de ácido sulfúrico
concentrado 95-97%
y rotar la porcelana a
manera que cubra la
superficie interna
inferior de la
porcelana

Esperar que
enfíe

Agregar
aproximadamente
50.0 ml de agua
desmineralizada

Agregar 10.0 ml
del reactivo
oxidante. Va a
revelar un color
amarillo que
evidencia la
formación del
complejo
p-nitrosalicilato.

El contenido de
la porcelana se
debe de
agregar a un
balón aforado
de 100.0 ml de
capacidad

Se debe de lavar la
porcelana para
recolectar las trazas
de color que hayan
quedado en la misma
y afora el balón.
Lavado con agua
desmineralizada.

El balón se
termina de
aforar con agua
desmineralizada.

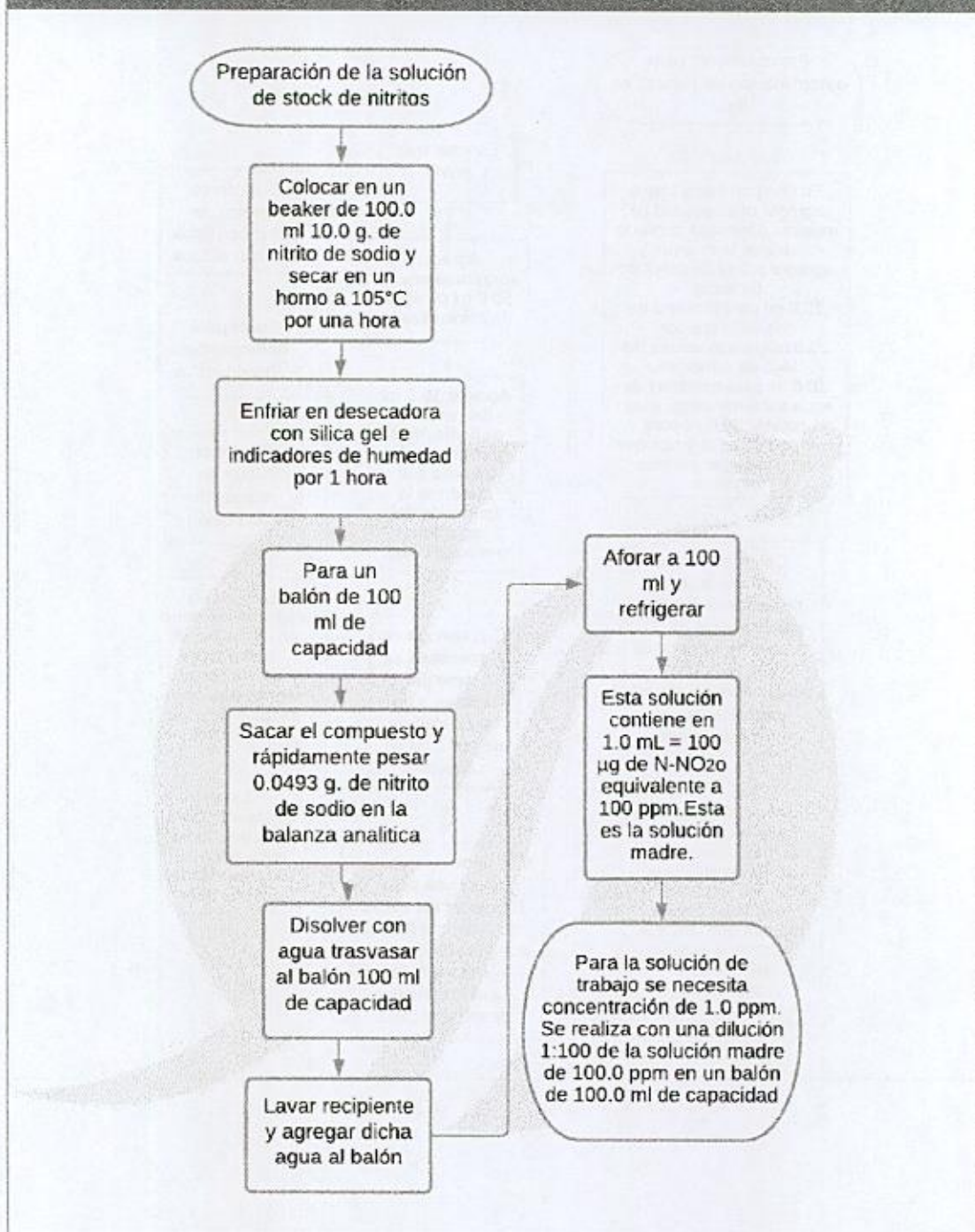
Agitar para
homogenizar
los compuestos

Anotar el
factor de
dilución de
cada balón

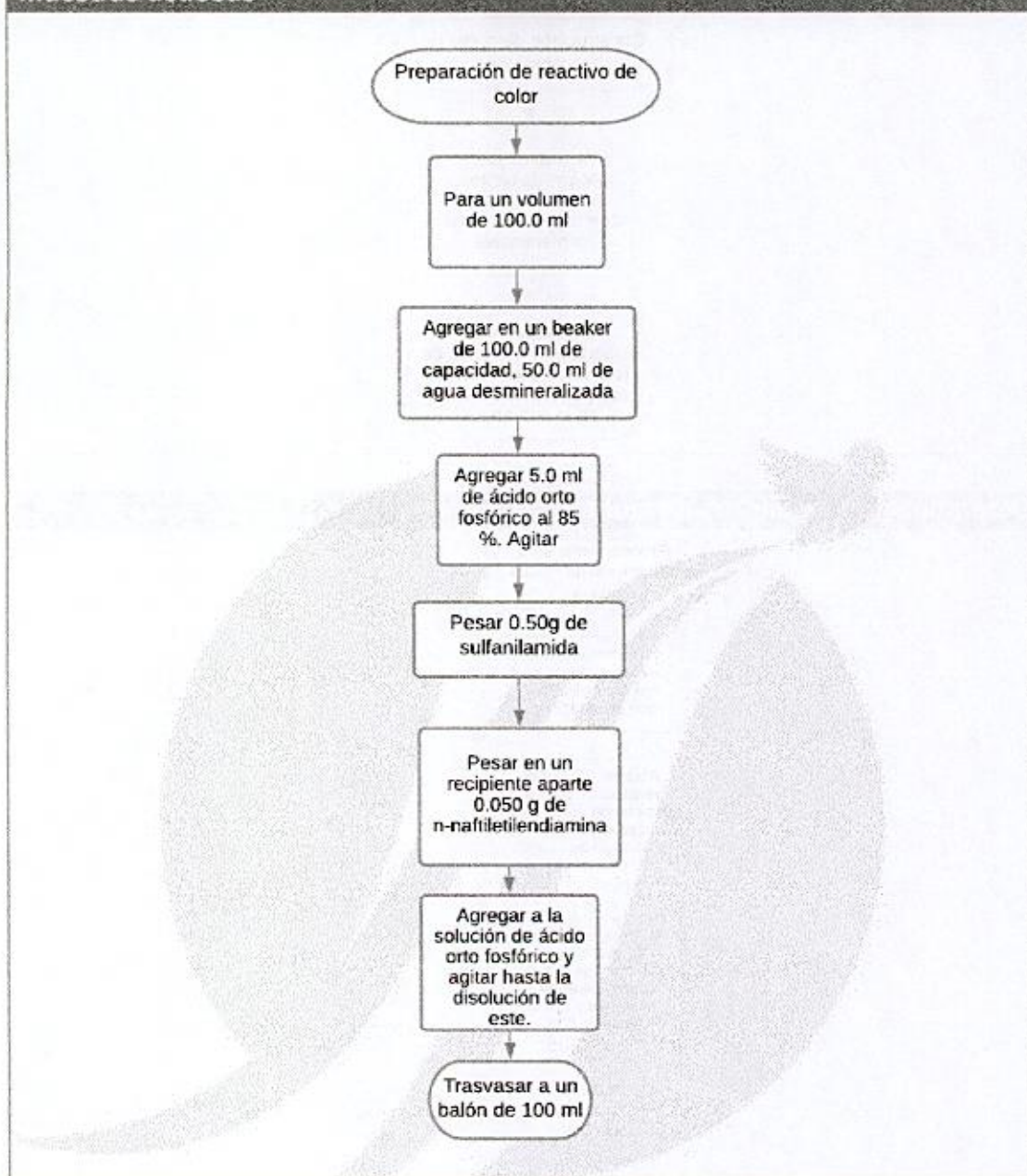
Leer en un
espectrofotómetro
en una curva de
calibración
previamente
realizada a una
longitud de onda
de 420 nm.

Leer
inmediatamente
después de su
realización, el
color es estable
por una hora

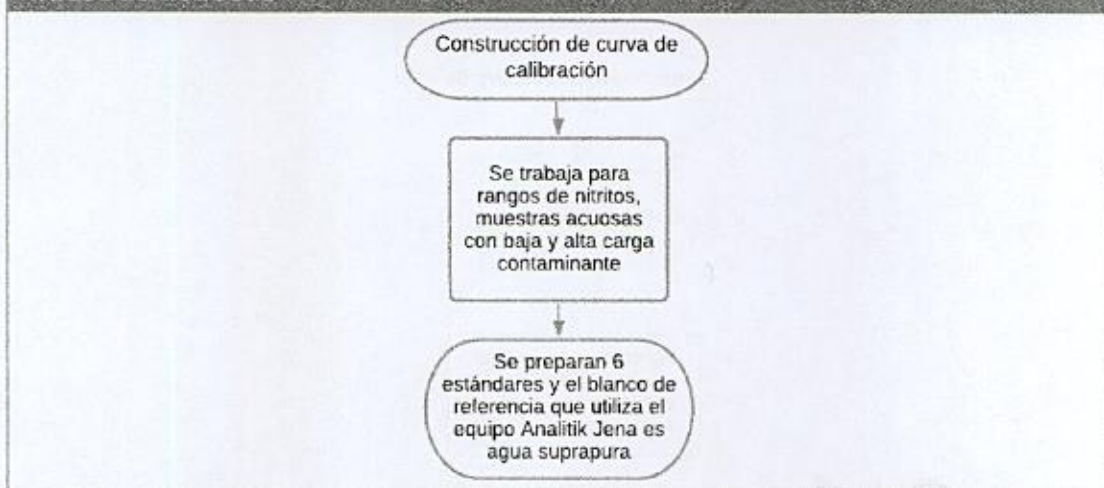
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de nitritos en muestras acuosas



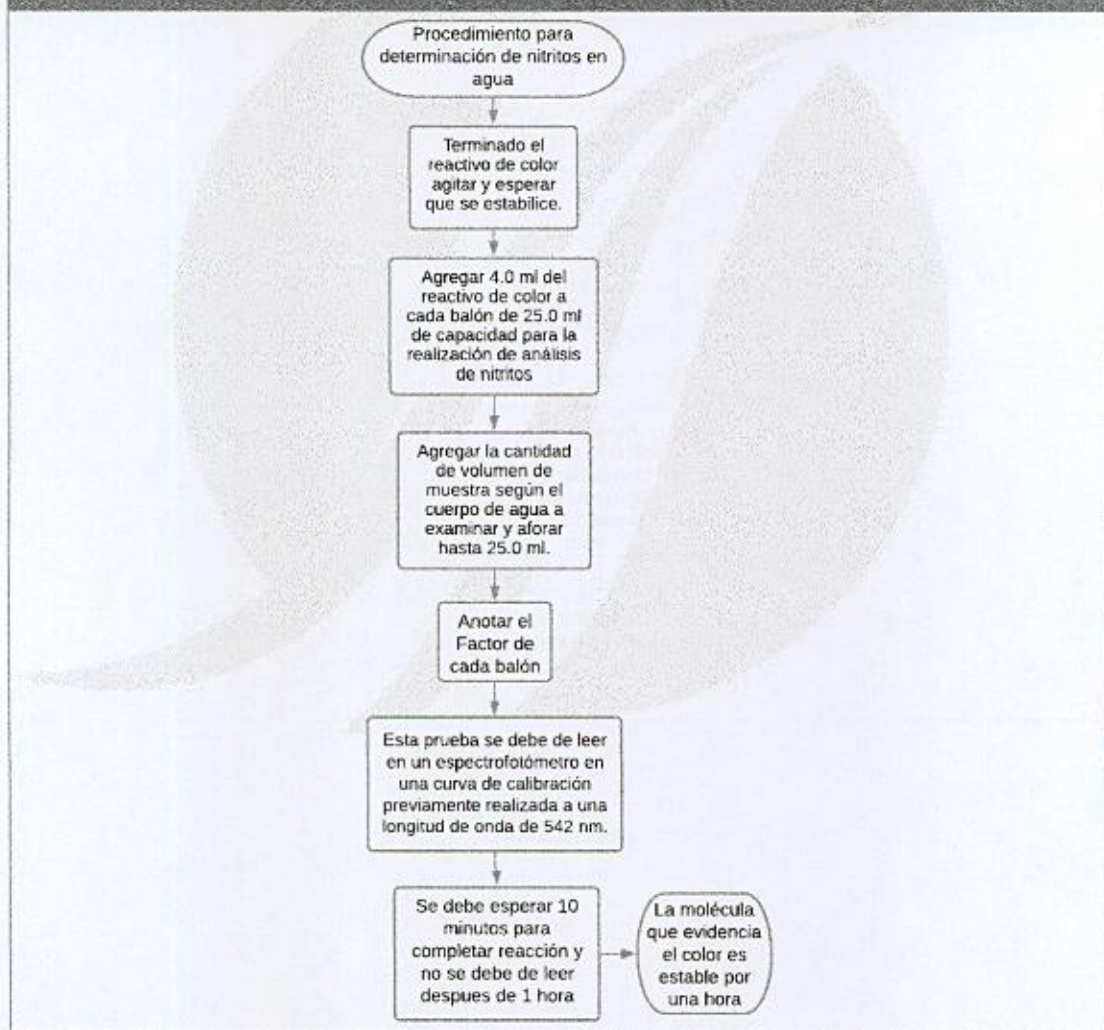
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de nitritos en muestras acuosas



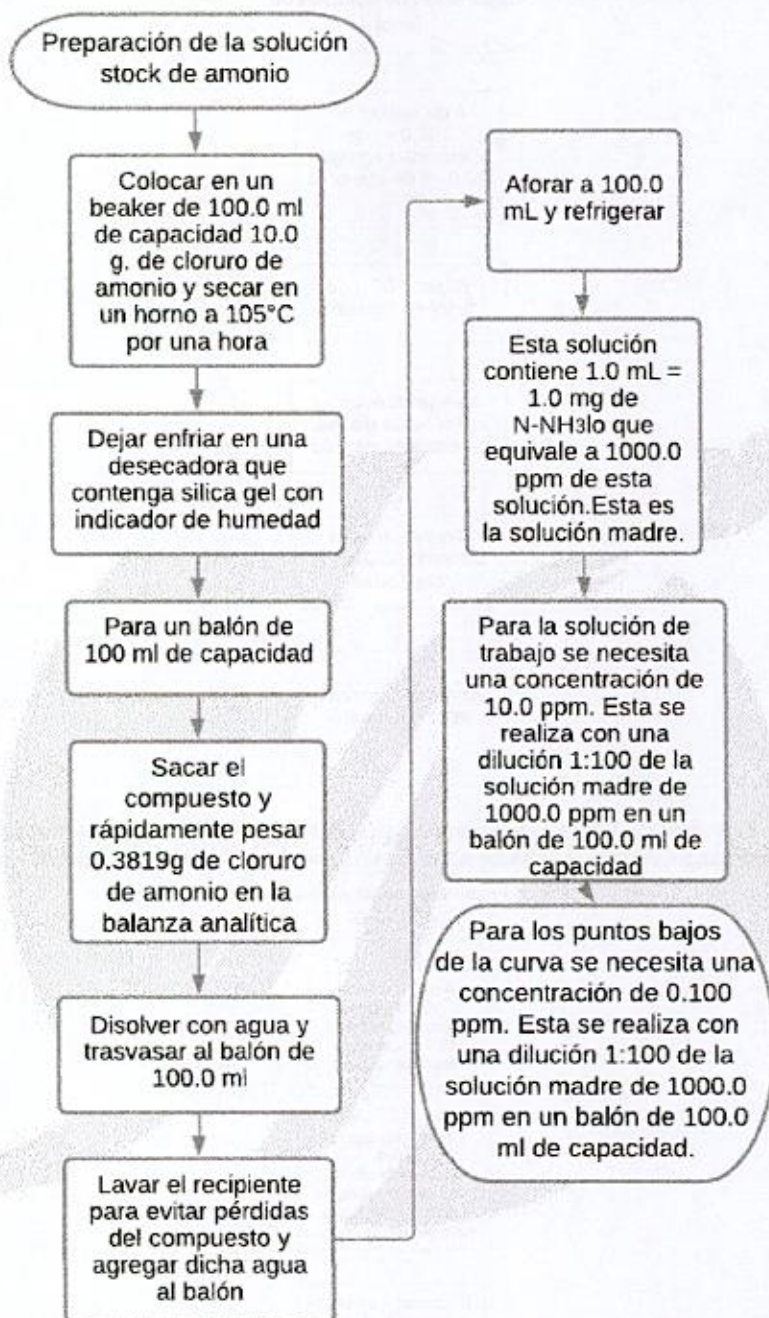
Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de nitritos en muestras acuosas



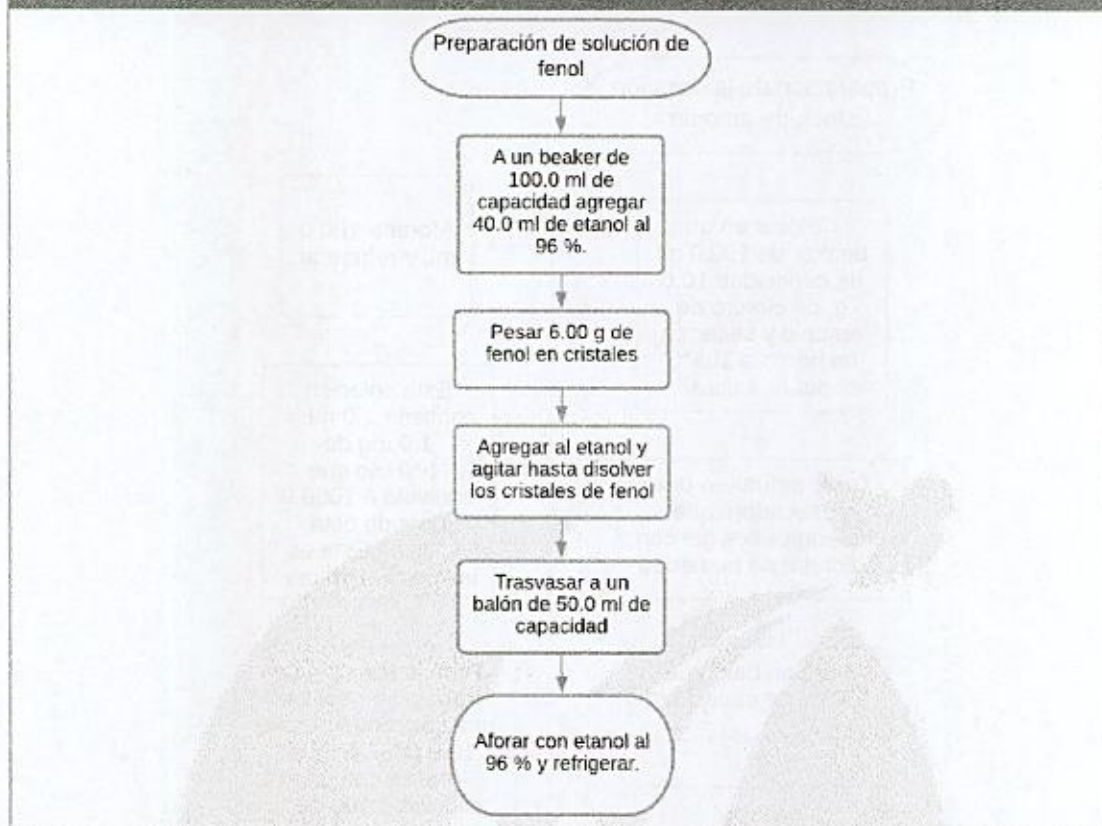
Determinación de nitritos en muestras acuosas



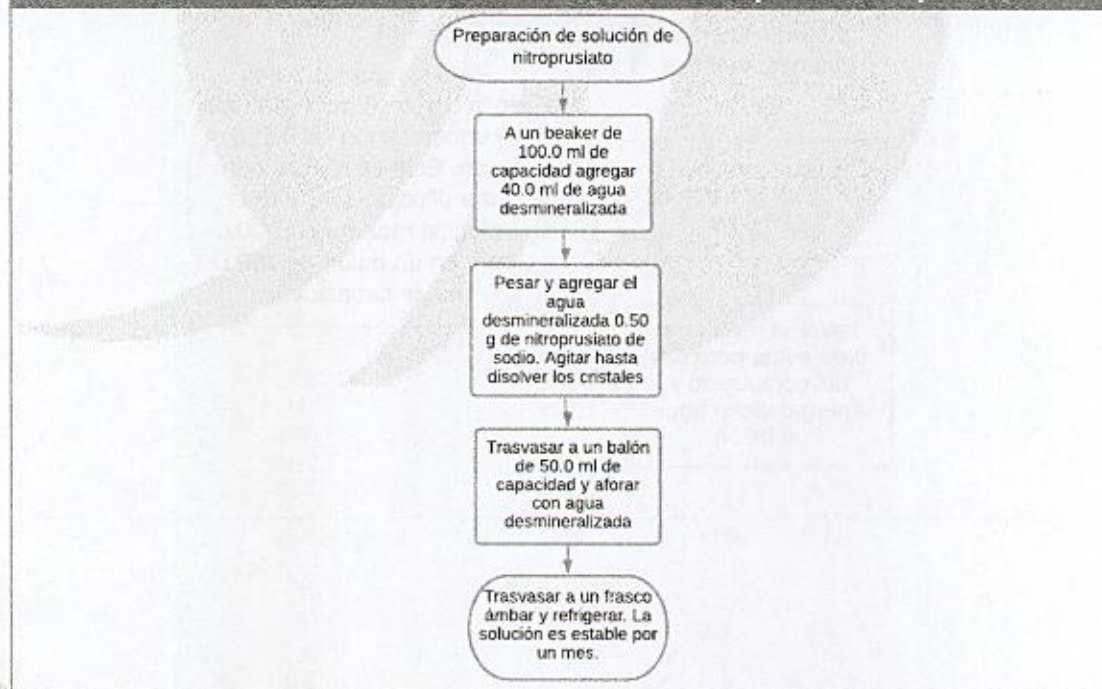
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de amonio en muestras acuosas



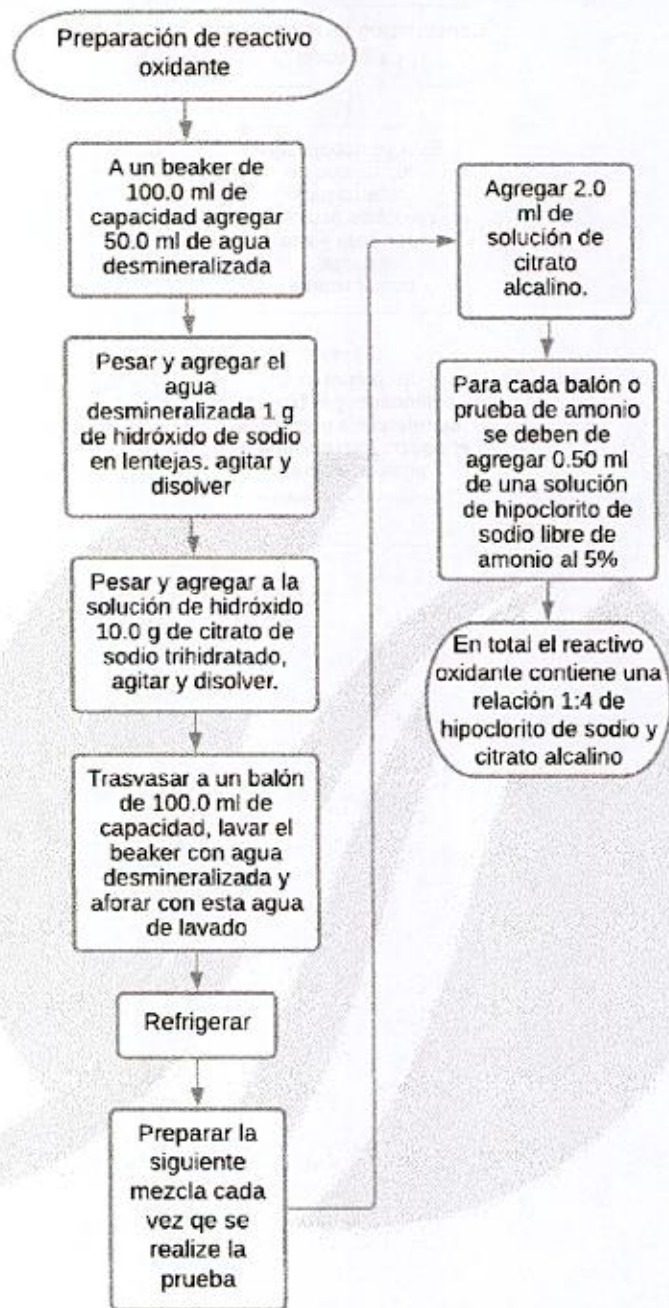
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de amonio en muestras acuosas



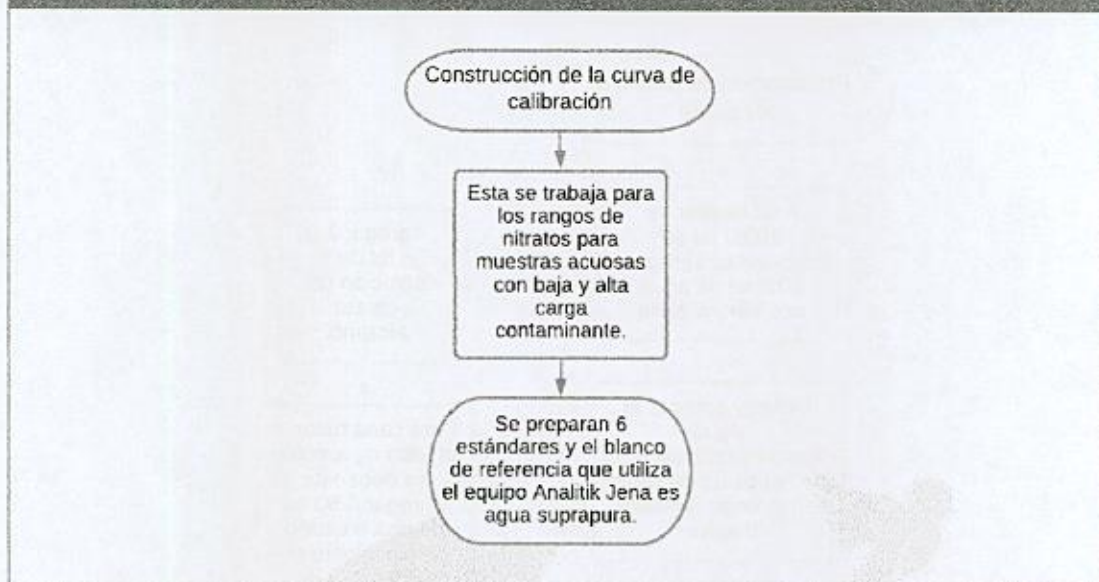
Determinación de amonio en muestras acuosas: Preparaciones preliminares



Físicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de amonio en muestras acuosas



Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de amonio en muestras acuosas



Fisicoquímica: Determinación de amonio en muestras acuosa

Procedimiento para
determinación de amonio en
agua

En un balón de 25.0 ml
de capacidad agregar la
cantidad de volumen de
muestra según el
cuerpo de agua a
analizar, diluir con una
porción de agua
desmineralizada y
agitar.

Agregar 1.0 ml de
solución de fenol y
agitar.

Agregar 1.0 ml de
solución de
nitropirruato y
agitar.

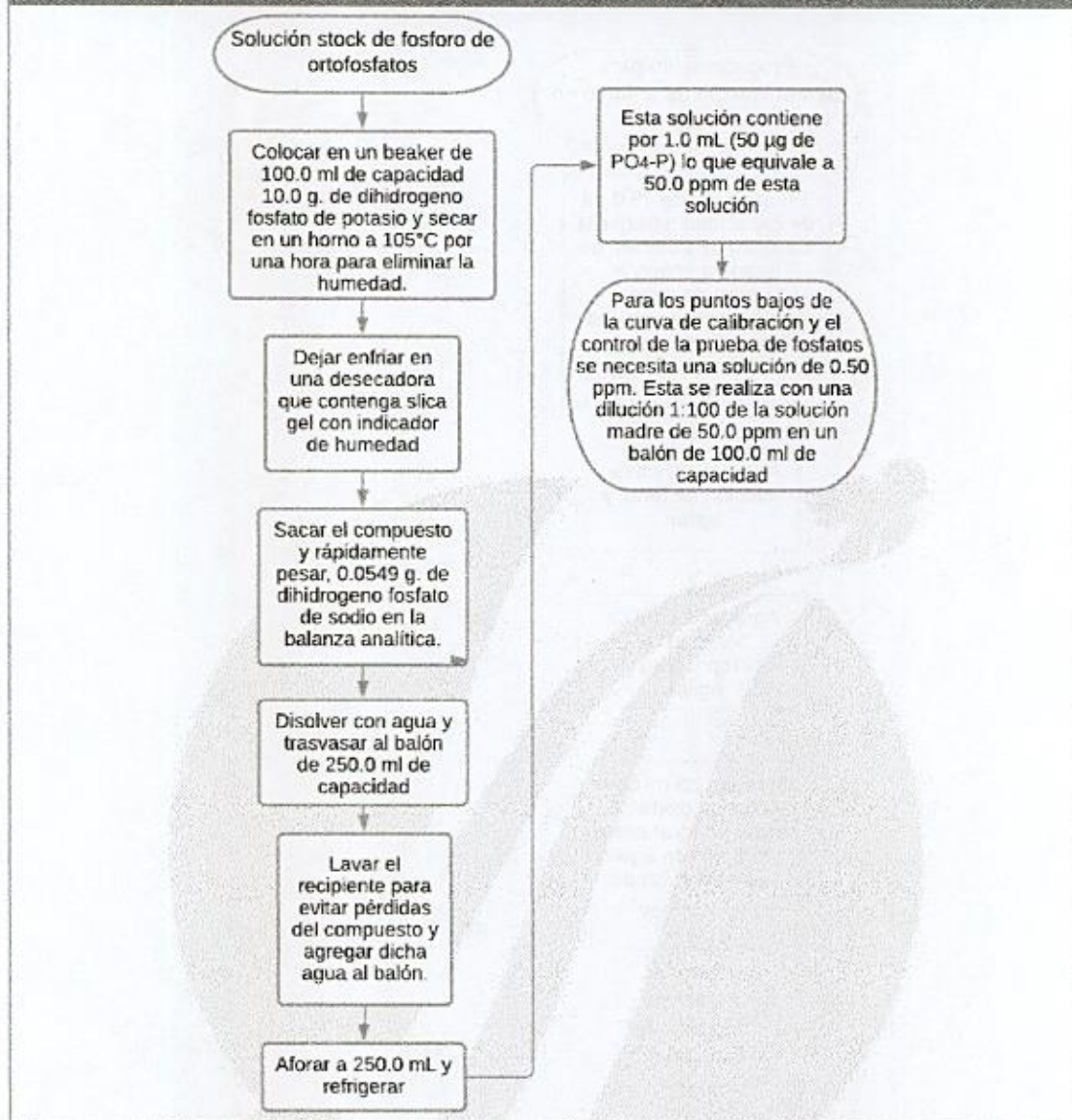
Agregar 2.5 ml de la
solución oxidante,
agitar y aforar hasta
25.0 ml con agua
desmineralizada

Anotar el
Factor de
dilución de
cada balón

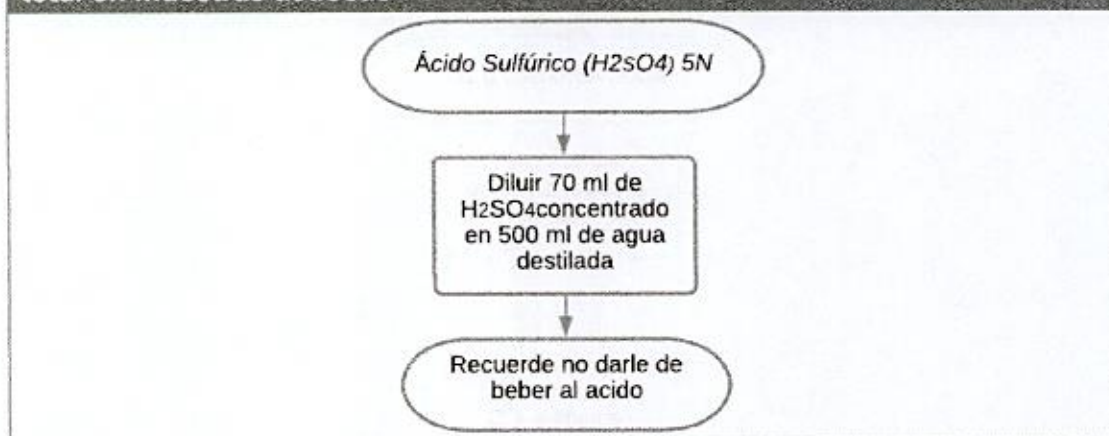
Esta prueba se debe
de leer en un
espectrofotómetro en
una curva de
calibración
previamente realizada
a una longitud de onda
de 640 nm.

Se debe de esperar
30 minutos para que se
complete la reacción y
no se debe de leer la
misma después de 30
minutos de realizada

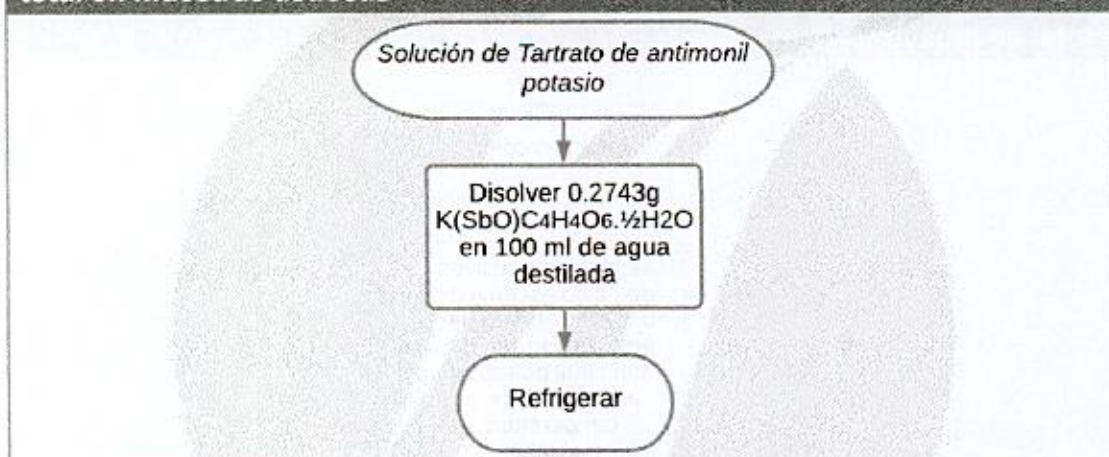
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de fósforo total en muestras acuosas



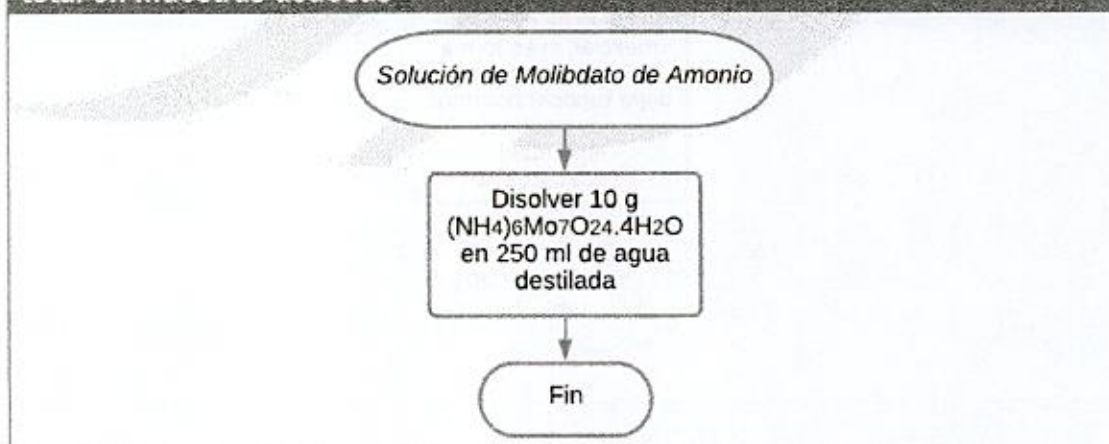
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de fósforo total en muestras acuosas



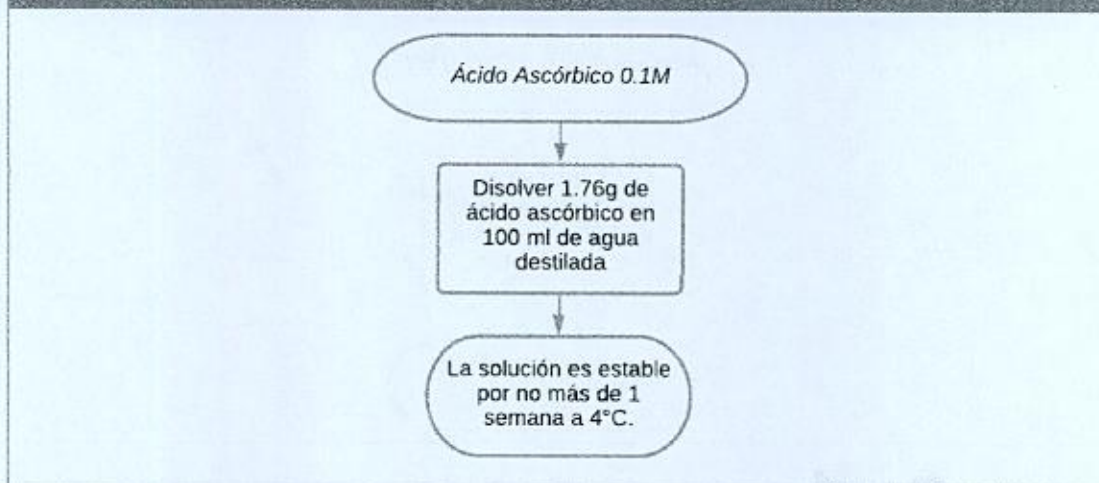
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de fósforo total en muestras acuosas



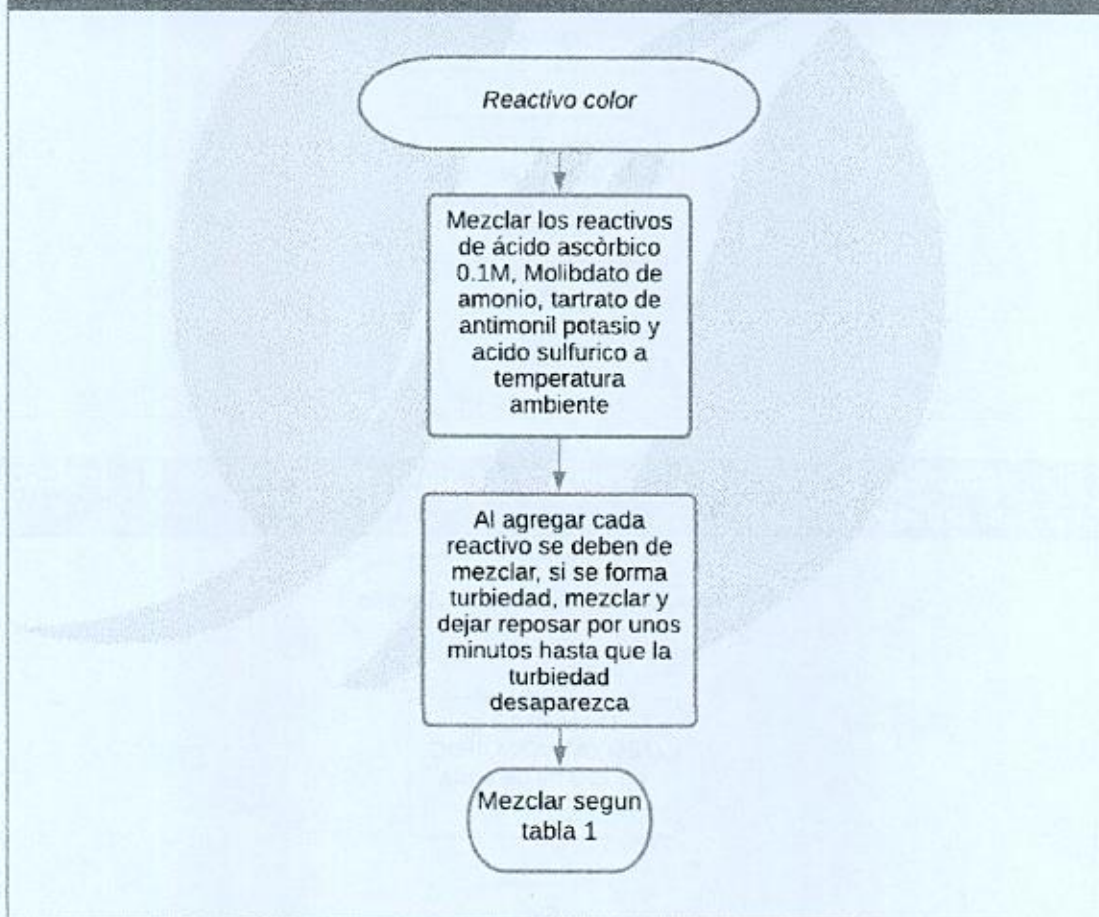
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de fósforo total en muestras acuosas



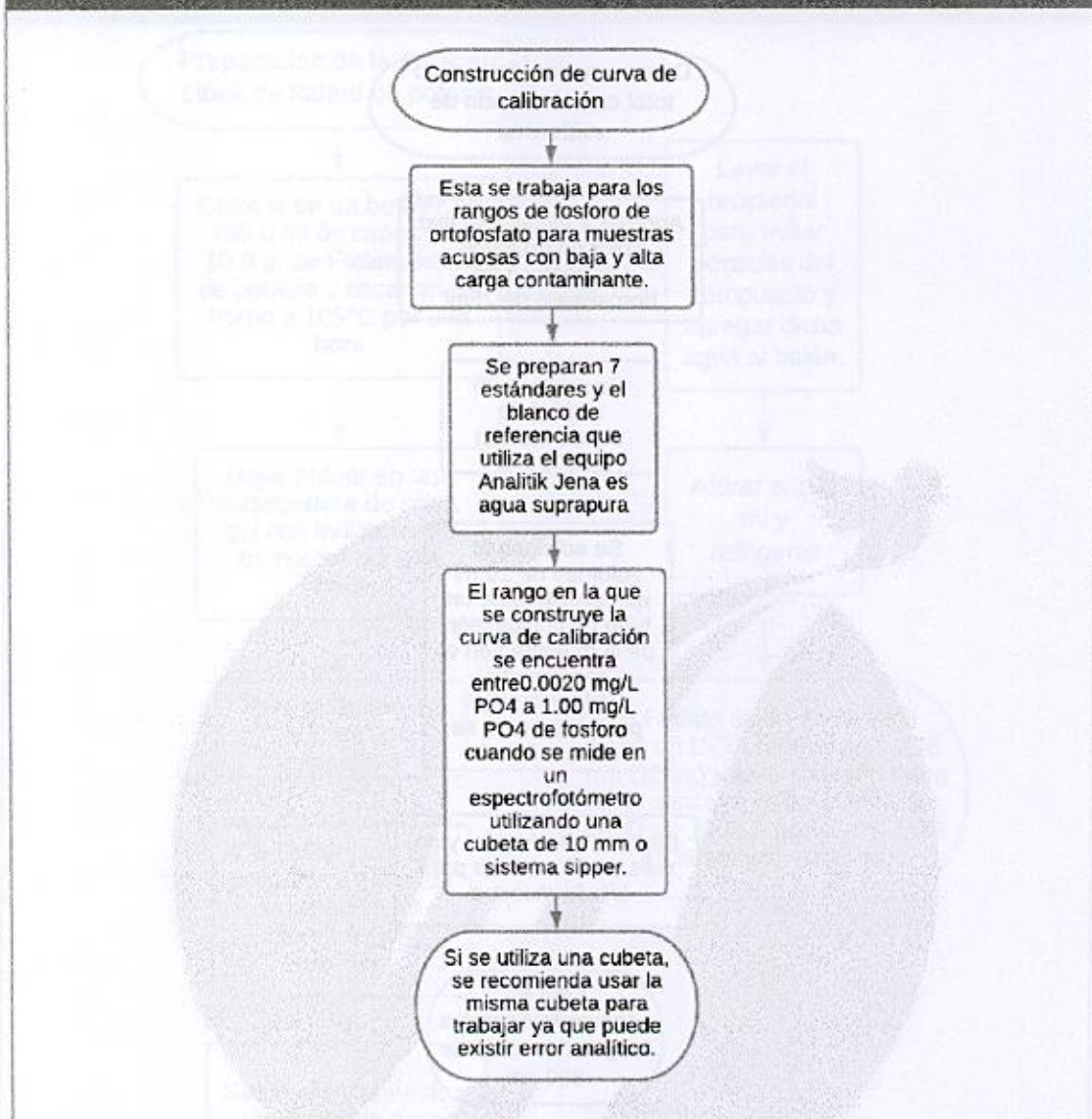
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de fósforo total en muestras acuosas



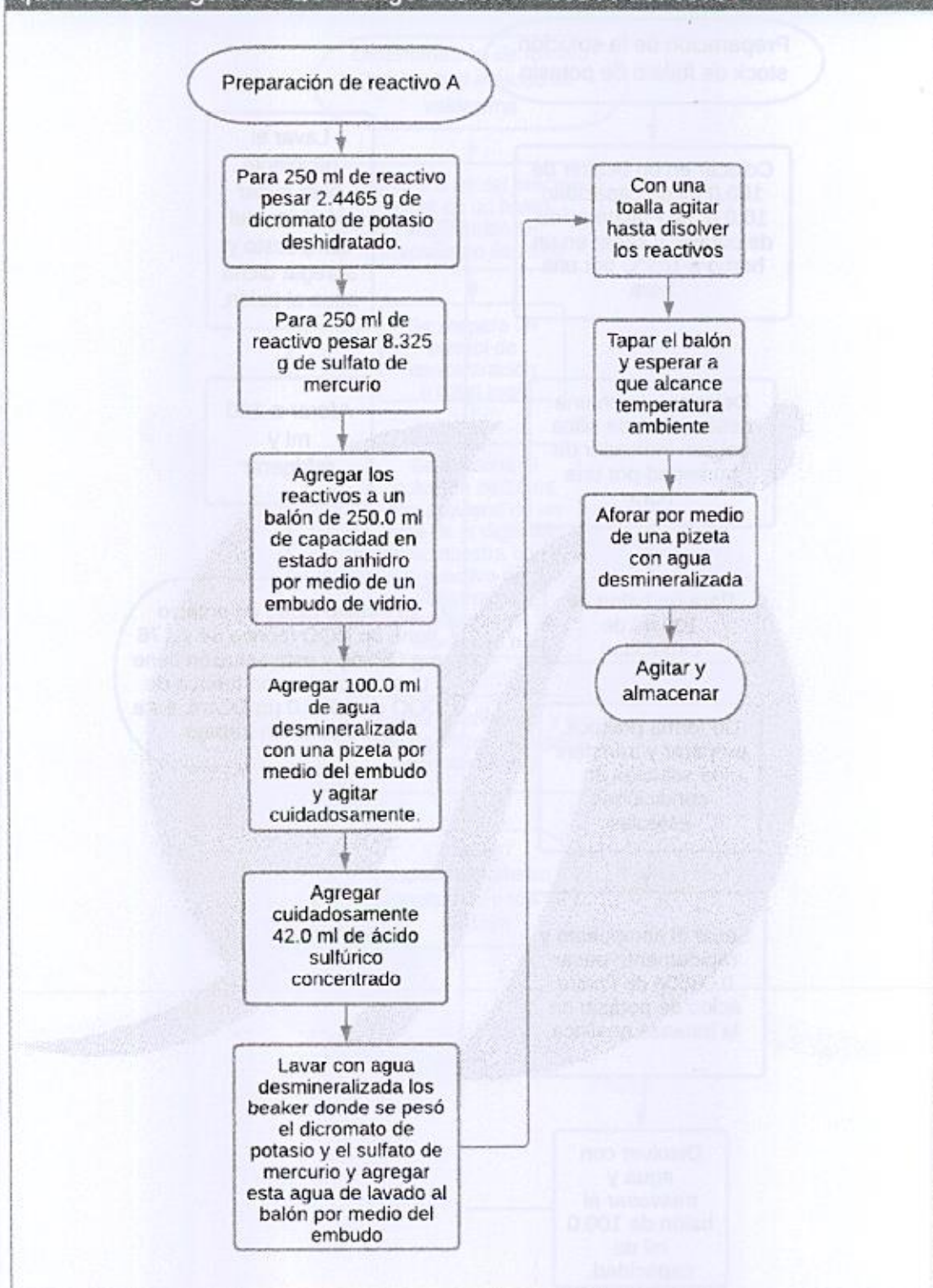
Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de fósforo total en muestras acuosas



Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de fósforo total en muestras acuosas



**Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda
química de oxígeno -DQO- Rango alto en muestras acuosas**



Físicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda química de oxígeno -DQO- Rango alto en muestras acuosas

Preparación de reactivo B

Para 250 ml de reactivo
pesar 2.4465 g de
sulfato de plata.

Agregar los
reactivos a un
balón de 250.0 ml
de capacidad en
estado anhidro
por medio de un
embudo de vidrio.

En un beaker de
250 ml de
capacidad agregar
ácido sulfúrico
concentrado

Agregar el ácido
sulfúrico
concentrado al
balón por medio del
embudo de vidrio
hasta aforar a 250
ml

Tapar el balón y
esperar 48 horas para
que se disuelva por
completo el sulfato de
plata en el ácido sulfúrico
concentrado

Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda química de oxígeno -DQO- Rango alto en muestras acuosas

Preparación de la celda de reacción

En una gradilla colocar los tubos descritos anteriormente y agregar mediante una pipeta automática 1.50 ml del reactivo A y 3.50 ml del reactivo B.

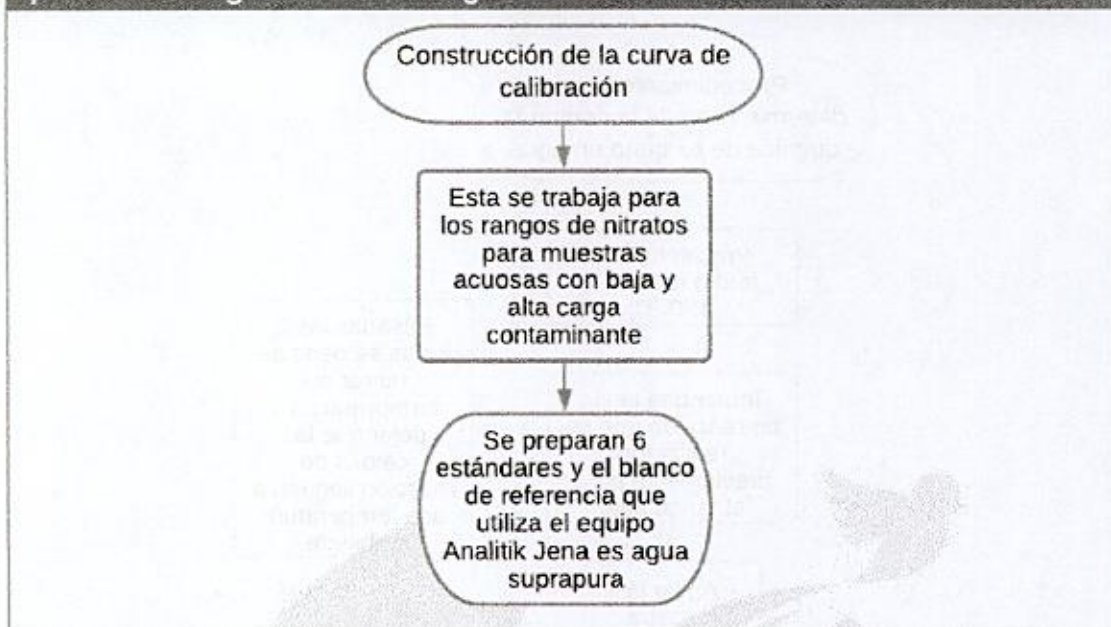
Tapar el tubo y sostener con una toalla

Agitar vigorosamente hasta mezclar y se vea turbio

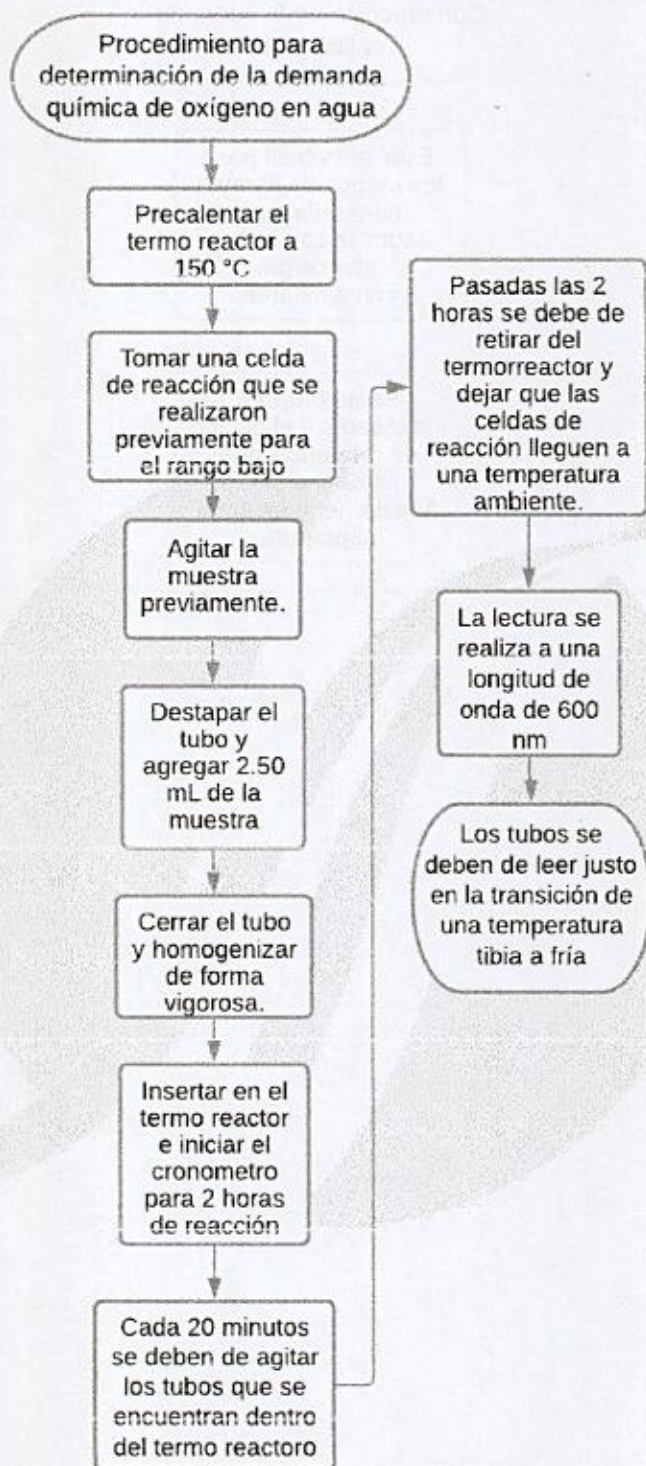
Esperar que alcance la temperatura ambiente y almacenar

El contenido final de la celda se observa un aspecto cristalino con un sedimento en el fondo del tubo

Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de demanda química de oxígeno –DQO- Rango alto en muestras acuosas



**Fisicoquímica: Determinación de demanda química de oxígeno –DQO- Rango
alto en muestras acuosas**



Físicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda química de oxígeno –DQO– Rango bajo en muestras acuosas

Preparación de la solución stock de ftalato de potasio

Colocar en un beaker de 100.0 ml de capacidad 10.0 g. de Ftalato ácido de potasio y secar en un horno a 105°C por una hora

Dejar enfriar en una desecadora

Para un balón de 100.0 mL de capacidad.

De forma práctica, preparar y transferir la solución en condiciones estériles

Sacar el compuesto y rápidamente pesar), 0.0425 g. de Ftalato ácido de potasio en la balanza analítica.

Disolver con agua y trasvasar al balón de 100.0 ml

Lavar el recipiente para evitar pérdidas del compuesto y agregar dicha agua al balón

Aforar a 100 ml y refrigerar

El Ftalato ácido de potasio tiene un DQO teórico de 1.176 mg O₂/mg y esta solución tiene una concentración teórica de DQO de 500.0 µg O₂/mL

Esta solución es estable cuando se refrigera. Prepararla semanalmente para ser usado de manera satisfactoria.

Cuando tiene crecimiento biológico visible no se debe de utilizar

Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda química de oxígeno –DQO- Rango bajo en muestras acuosas

Preparación de reactivo A

Para 250 ml de reactivo pesar 0.500 g de dicromato de potasio deshidratado

Para 250 ml de reactivo pesar 8.325 g de sulfato de mercurio

Agregar los reactivos a un balón de 250.0 ml de capacidad en estado anhidro por medio de un embudo de vidrio

Agregar 100.0 ml de agua desmineralizada con una pizeta por medio del embudo y agitar cuidadosamente

Agregar cuidadosamente 42.0 ml de ácido sulfúrico concentrado

Lavar con agua desmineralizada los beaker donde se pesó el dicromato de potasio y el sulfato de mercurio y agregar esta agua de lavado al balón por medio del embudo.

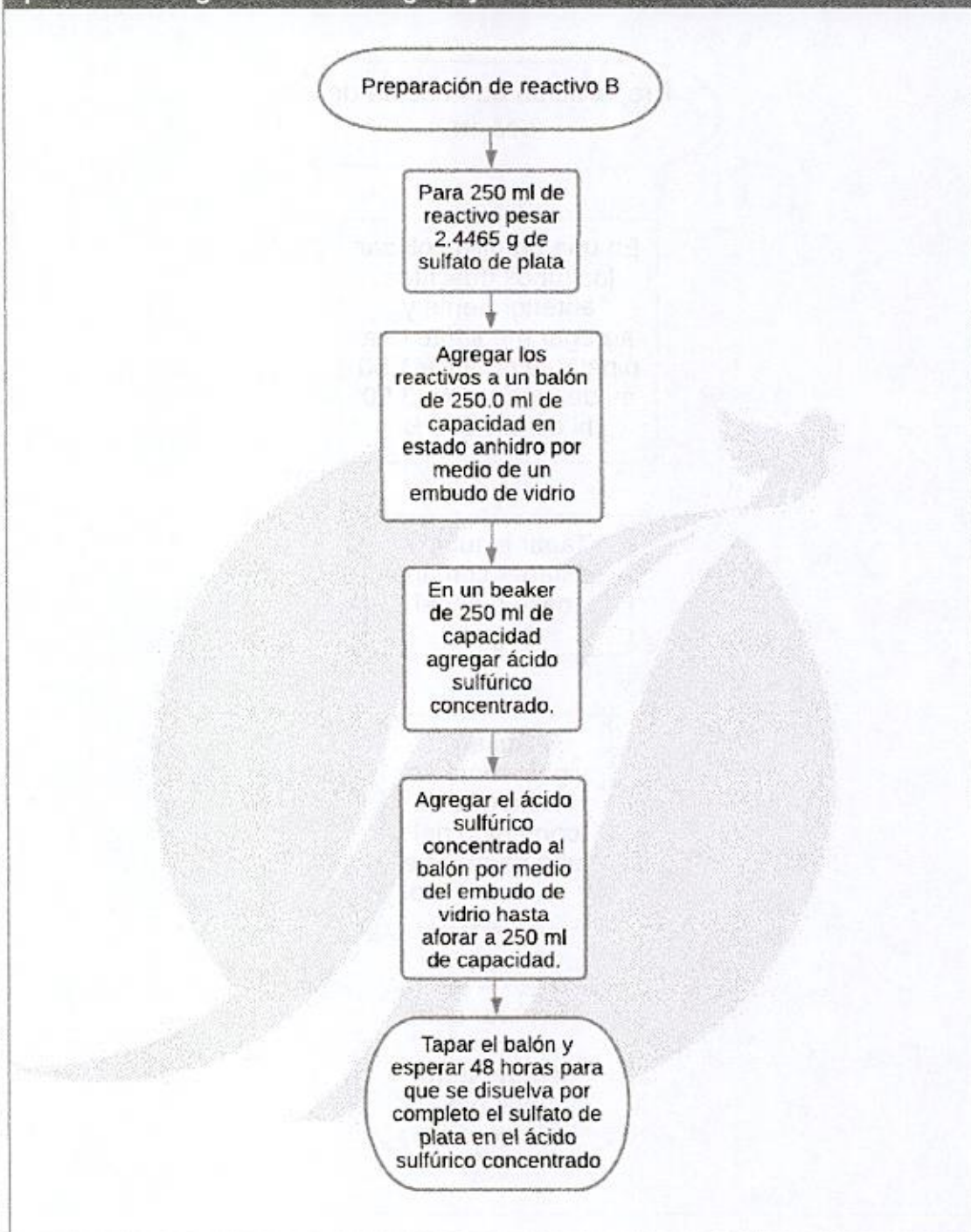
Sostener el balón con una toalla o papel seco y agitar hasta disolver los reactivos.

Tapar el balón y esperar a que alcance temperatura ambiente

Aforar por medio de una pizeta con agua desmineralizada.

Agitar y almacenar

Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda química de oxígeno –DQO- Rango bajo en muestras acuosas



**Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda
química de oxígeno -DQO- Rango bajo en muestras acuosas**

Preparación de la celda de
reacción

En una gradilla colocar
los tubos descritos
anteriormente y
agregar mediante una
pipeta automática 1.50
ml del reactivo A y 3.50
ml del reactivo B.

Tapar el tubo y
sostener con una
toalla o papel
limpio

Agitar
vigorosamente
hasta que el
contenido del
tubo se mezcle
y se vea turbio.

Esperar que
alcance la
temperatura
ambiente y
almacenar

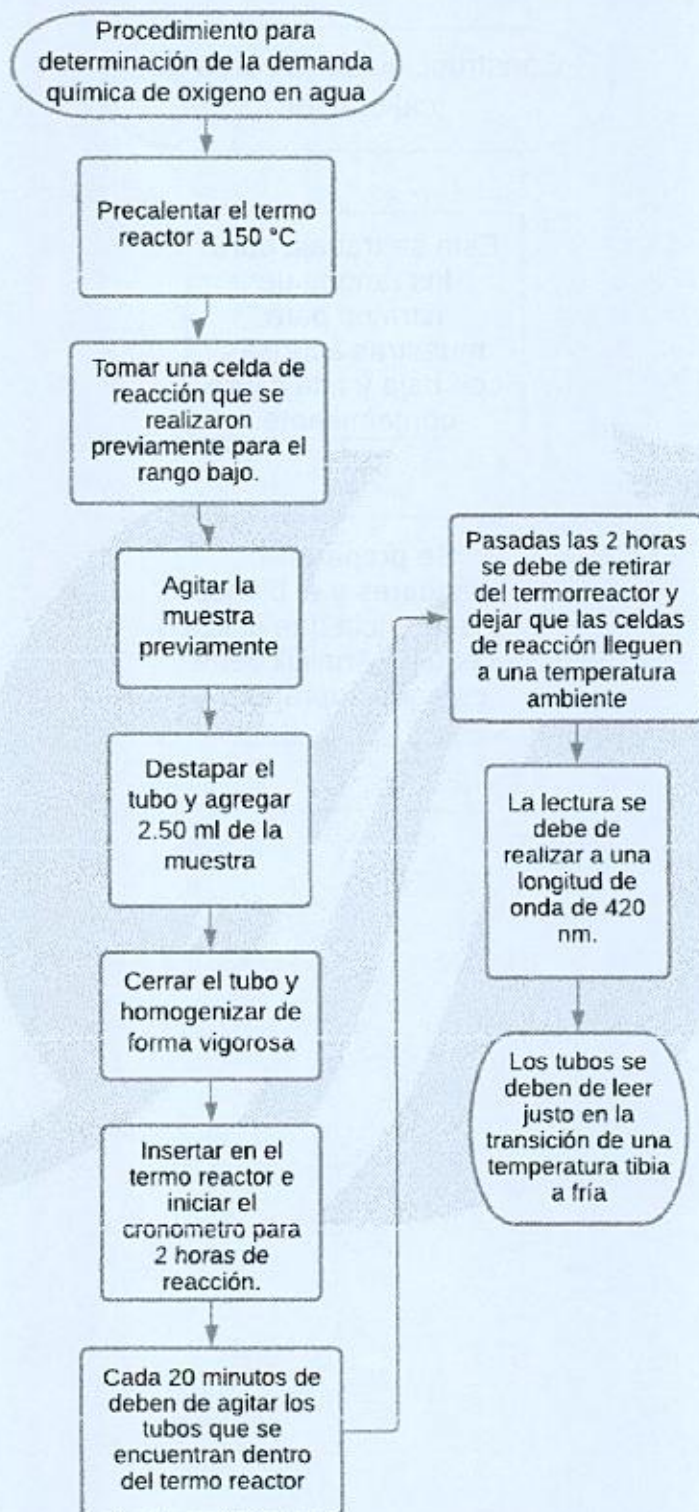
Fisicoquímica: Verificación preliminar para determinación de demanda química de oxígeno –DQO– Rango bajo en muestras acuosas

Construcción de la curva de calibración

Esta se trabaja para los rangos de nitratos para muestras acuosas con baja y alta carga contaminante.

Se preparan 7 estándares y el blanco de referencia que utiliza el equipo Analitik Jena es agua suprapura

Fisicoquímica: Determinación de demanda química de oxígeno –DQO– Rango bajo en muestras acuosas



Fisicoquímica: Preparaciones preliminares para determinación de demanda química de oxígeno 5 -DQO5- en muestras acuosas

Preparación de agua de dilución

Tampón fosfato: 8.68 g de potasio dihidrógeno fosfato; 21.75 g de di-potasio hidrógeno fosfato; 22.30 g de di-sodio dihidrógeno fosfato 2-hidrato y 1.7 g de cloruro de amonio. Se llevan las tres sales a solución enrasando a 1 litro de agua destilada.

Solución de sulfato de magnesio: 22.50 g de magnesio sulfato 7-hidrato en 1 litro de agua destilada.

Solución de cloruro de calcio: 27.50 g de cloruro de calcio en 1 litro de agua destilada

Solución de cloruro férrico 0.25 g de cloruro 6 hidrato de hierro (III) en 1 litro de agua destilada

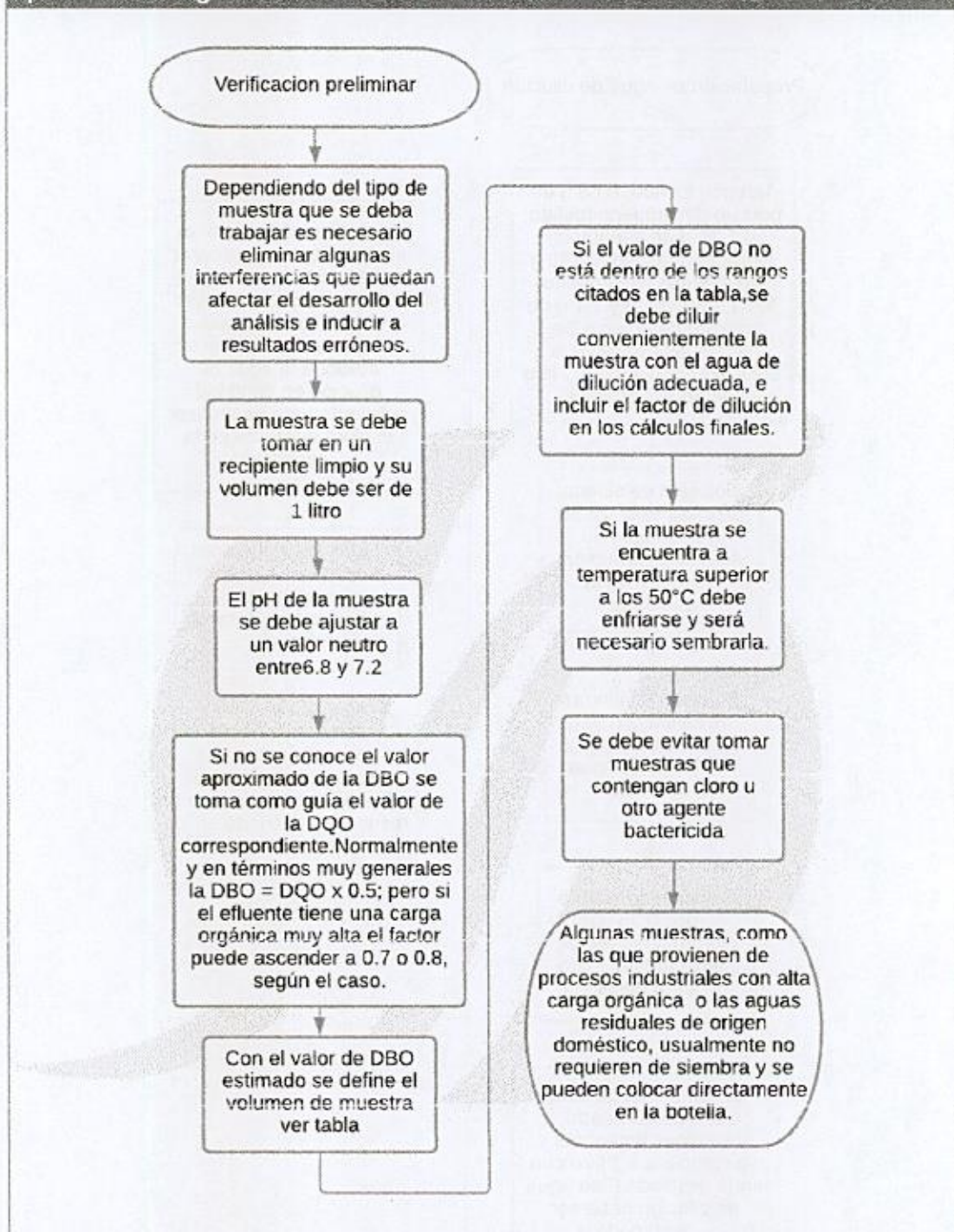
Se toma 1 ml de cada uno de las cuatro soluciones anteriores y se completa a 1 litro con agua destilada. Esta agua de dilución debe ser destapada cuidadosamente y agitada antes de usarla

Si es necesario eliminar el cloro se debe preparar la siguiente solución: 1.575 g de sodio disulfito en un litro de agua destilada. La solución se adiciona al agua de dilución en cantidad suficiente para neutralizar el cloro existente en la muestra.

Todas las soluciones anteriores se pueden almacenar en la refrigeradora durante un mes.

La siembra es necesaria para garantizar una población microbiana suficiente, que produzca un resultado adecuado en los cinco días.

Físicoquímica: Verificación preliminar para determinación de demanda química de oxígeno 5 -DQO5- en muestras acuosas



**Fisicoquímica: Determinación de demanda química de oxígeno 5 –DQO5- en
muestras acuosas**

Procedimiento para determinación
de demanda bioquímica de
oxígeno de 5 días

Se coloca el volumen de
muestra seleccionado por
medio de la tabla
anteriormente
mencionada en una
botella ámbar de 500 mL
de capacidad

Se coloca la barra
agitadora
magnética dentro
de la botella

Se coloca 3 a 5
lentejas de
hidróxido de sodio
en el vaso de
caucho

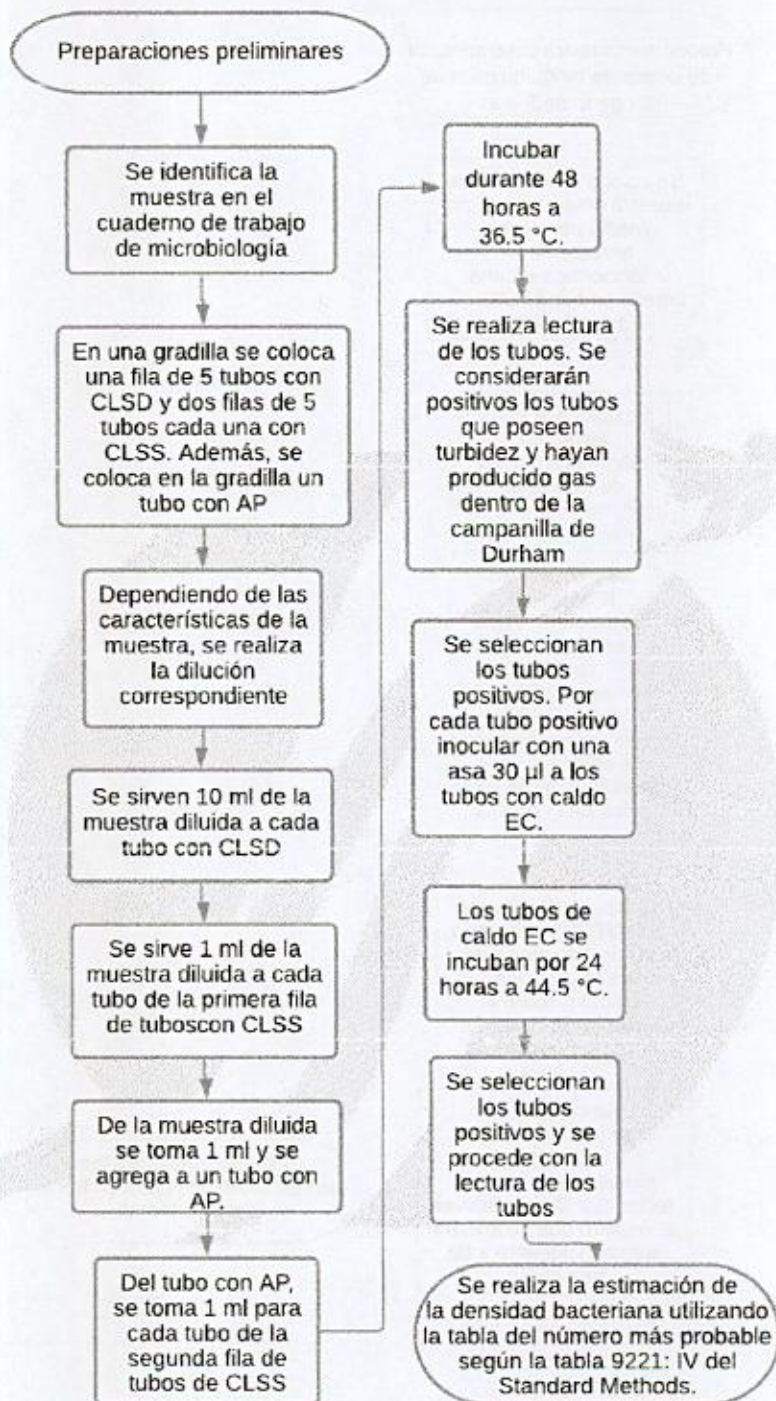
Se coloca el vaso
cuidadosamente en la
boca de la botella

Se tapa la botella con
el OXITOP verificando
el correcto cierre de
las mismas y se
colocan sobre el
sistema de agitación

Se conecta el
instrumento y se
accionan
simultáneamente las
teclas S y M para activar
el registro que se iniciará
automáticamente a las
tres horas.

El sensor registrará los
valores obtenidos cada 24 horas
en forma automática.

**Microbiología: Preparaciones preliminares para microbiología en muestras
acuosas del lago**



Microbiología: Preparaciones preliminares para microbiología en muestras de aguas residuales

Preparaciones preliminares

Se identifica la muestra en el cuaderno de trabajo de microbiología

En una gradilla se coloca una fila de 5 tubos con CLSD y dos filas de 5 tubos cada una con CLSS. Además, se coloca en la gradilla un tubo con AP

Dependiendo de las características de la muestra, se realiza la dilución correspondiente

Se sirven 10 ml de la muestra diluida a cada tubo con CLSD

Se sirve 1 ml de la muestra diluida a cada tubo de la primera fila de tubos con CLSS

De la muestra diluida se toma 1 ml y se agrega a un tubo con AP.

Del tubo con AP, se toma 1 ml para cada tubo de la segunda fila de tubos de CLSS

Incubar durante 48 horas a 36.5 °C.

Se realiza lectura de los tubos. Se considerarán positivos los tubos que poseen turbidez y hayan producido gas dentro de la campanilla de Durham

Se seleccionan los tubos positivos. Por cada tubo positivo inocular con una asa 30 µl a los tubos con caldo EC.

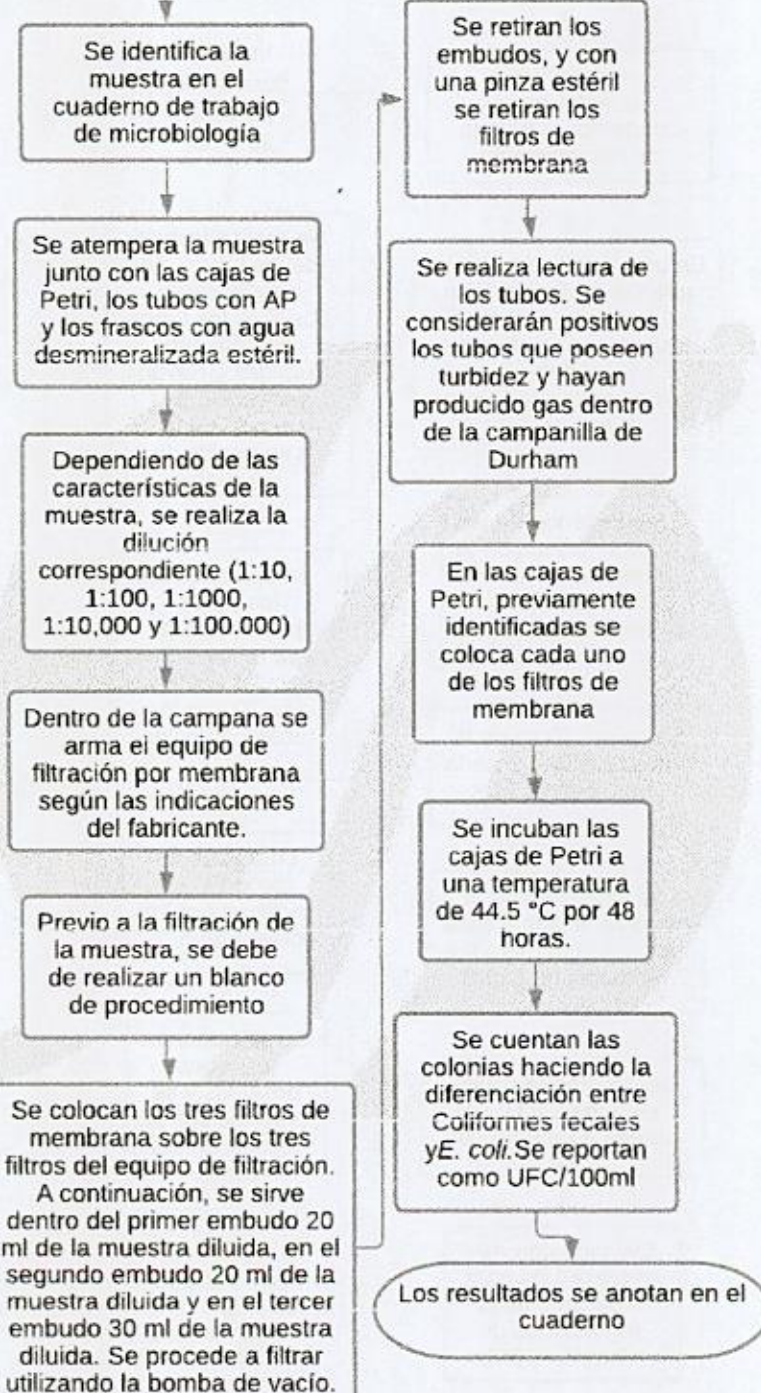
Los tubos de caldo EC se incuban por 24 horas a 44.5 °C.

Se seleccionan los tubos positivos y se procede con la lectura de los tubos

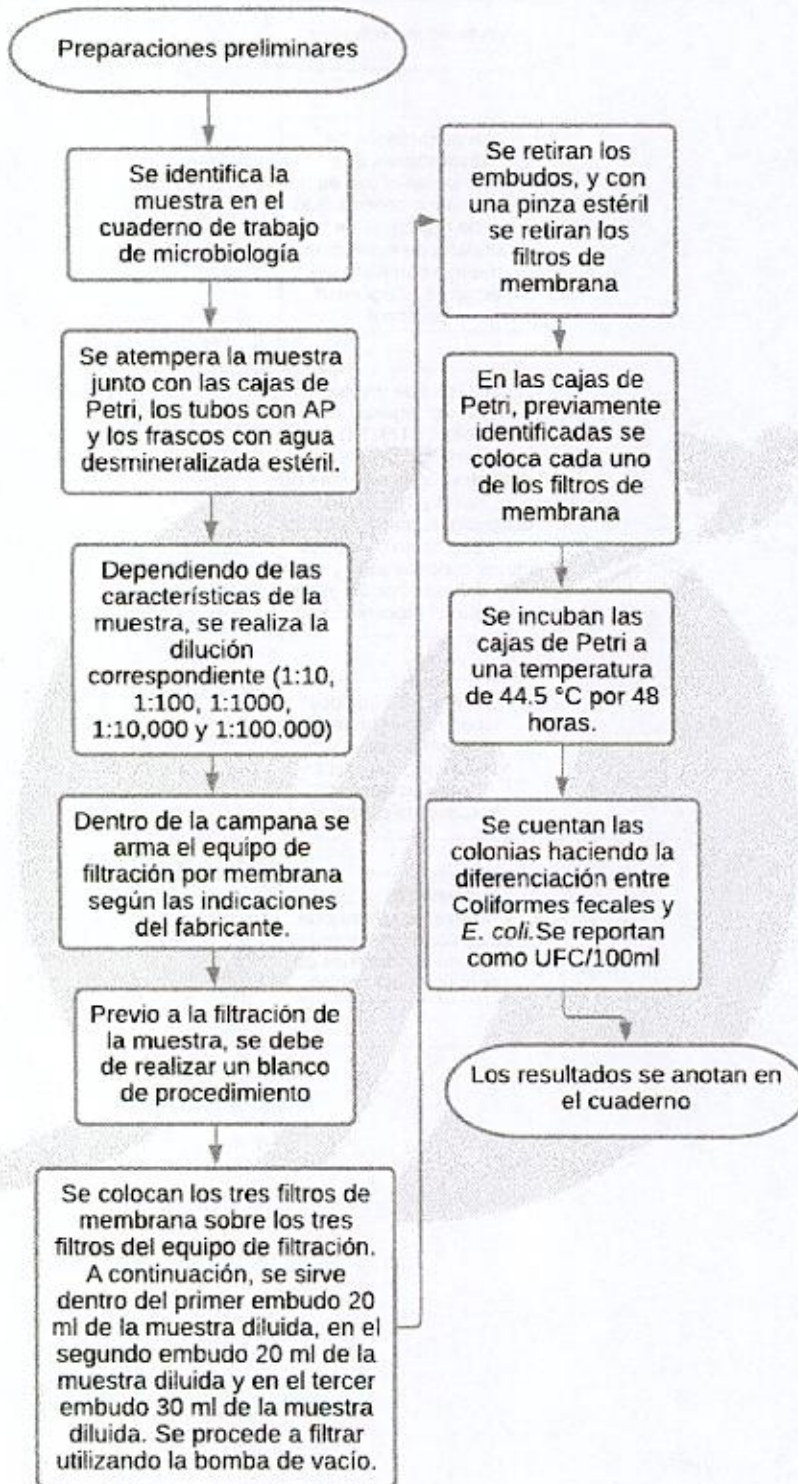
Se realiza la estimación de la densidad bacteriana utilizando la tabla del número más probable según la tabla 9221: IV del Standard Methods.

**Microbiología: Preparaciones preliminares para microbiología en muestras
acuosas de ríos**

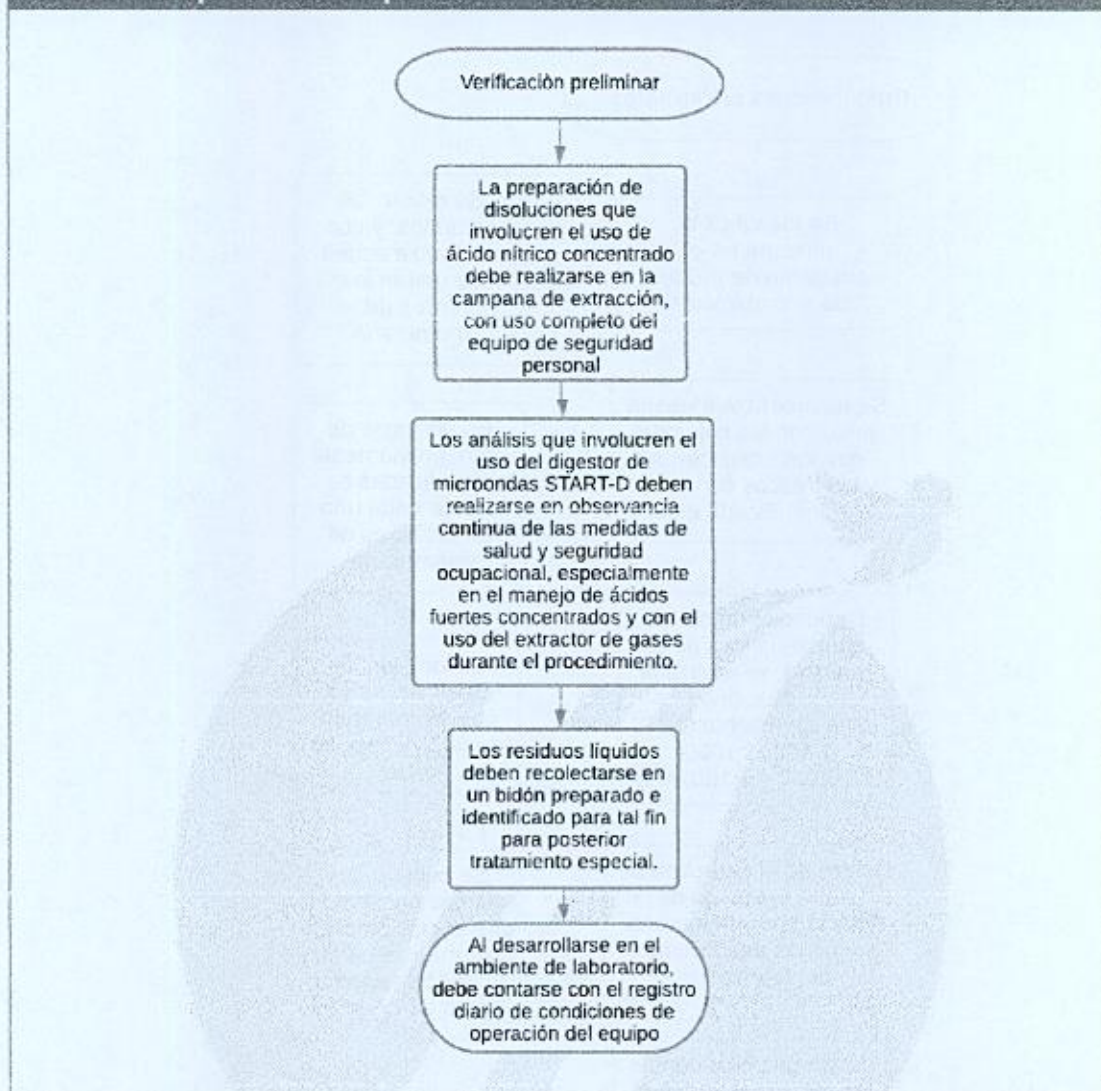
Preparaciones preliminares



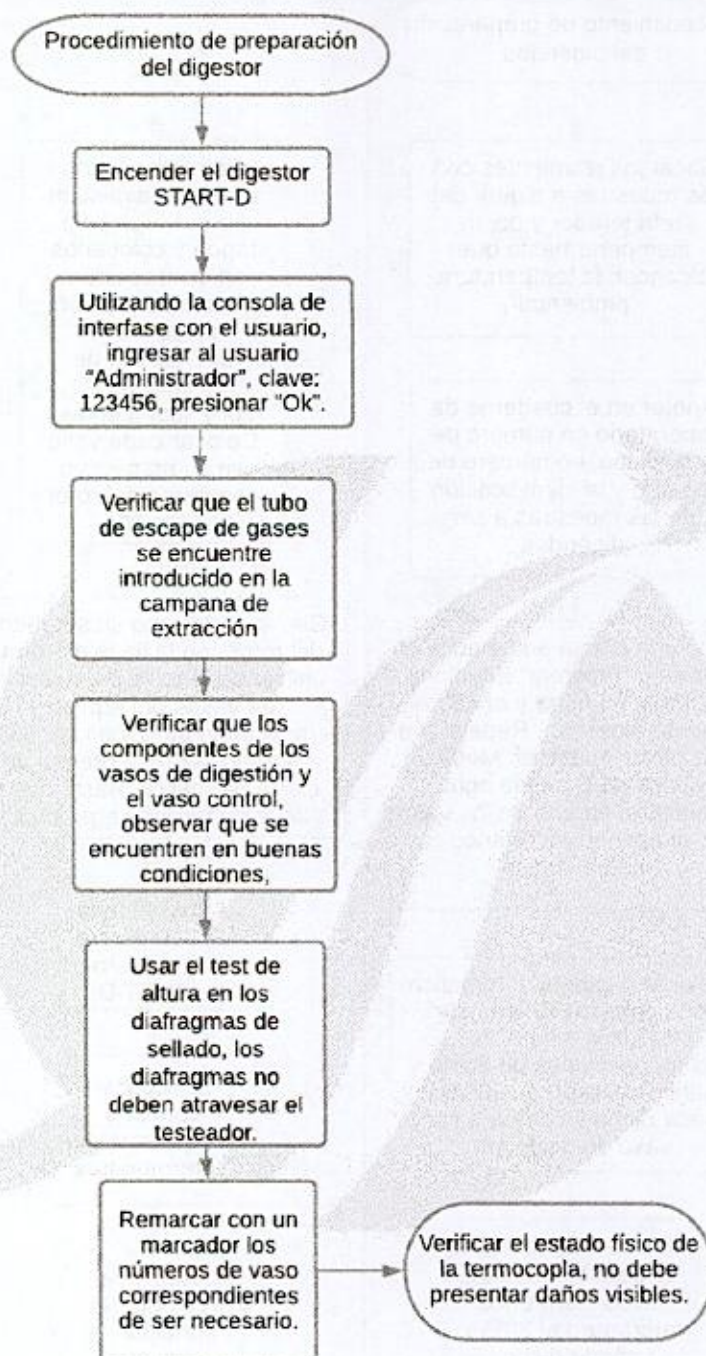
Microbiología: Preparaciones preliminares para microbiología en muestras de aguas residuales



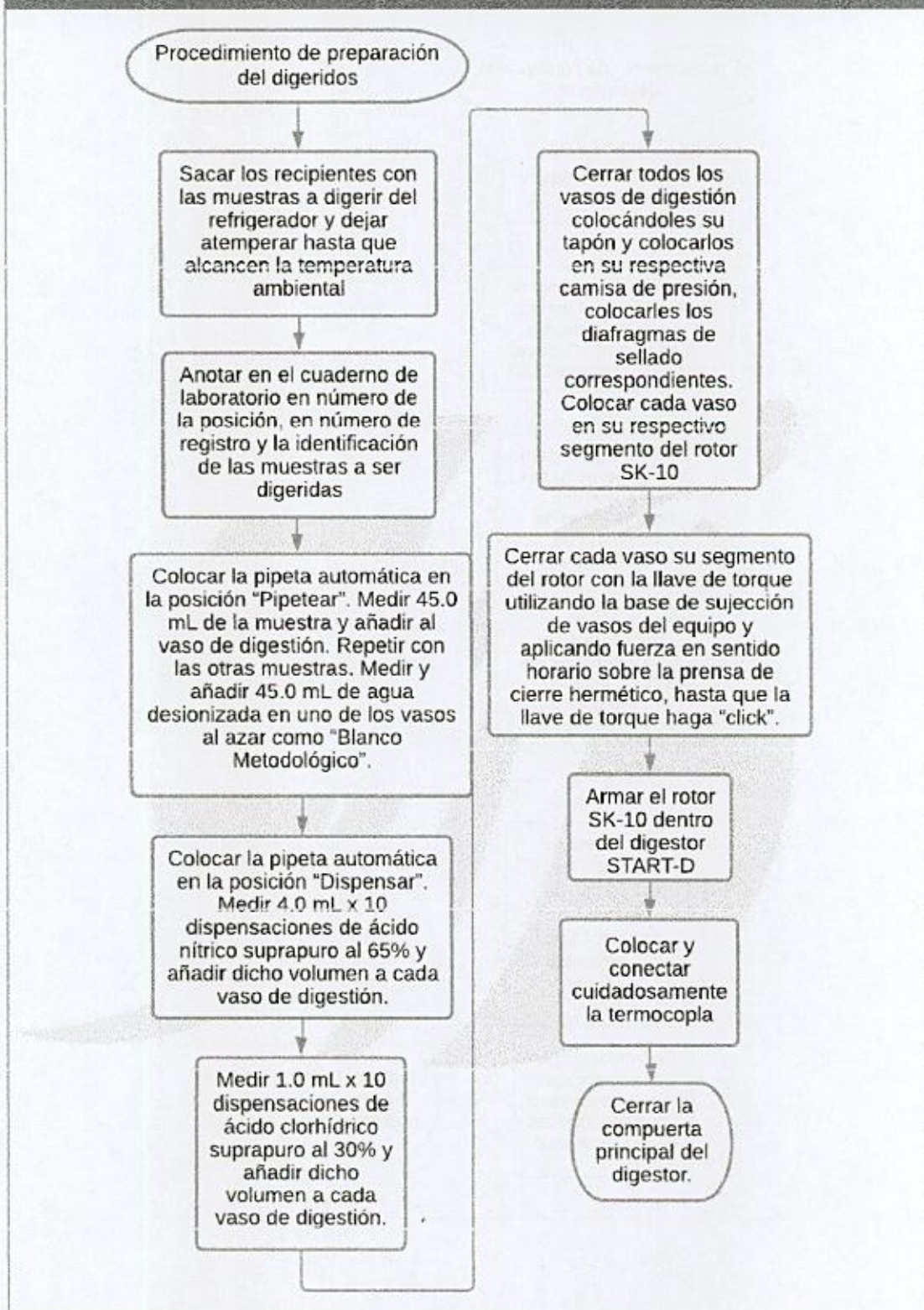
Metales pesados: Verificación preliminar para la digestión asistida por microondas para análisis por absorción atómica



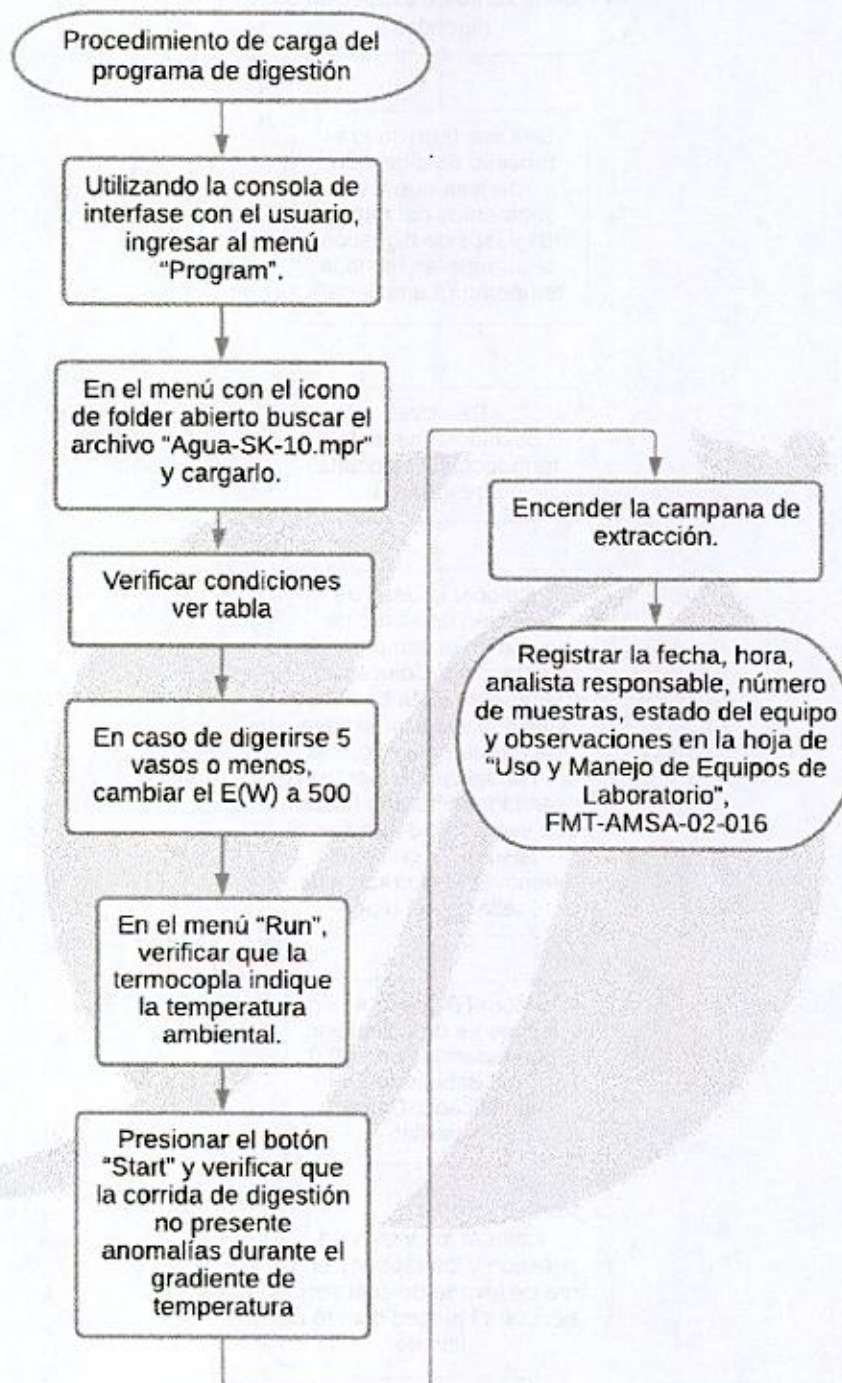
Metales pesados: Preparación del digestor para la digestión asistida por microondas para análisis por absorción atómica



Metales pesados: Digestión asistida por microondas para análisis por absorción atómica



Metales pesados: Carga de programas para digestión asistida por microondas para análisis por absorción atómica



Metales pesados: Extracción de digeridos

Procedimiento de extracción de digeridos

Una vez terminado el proceso de digestión, permitir que los segmentos del rotor y los vasos de digestión se atemperen hasta la temperatura ambiental.

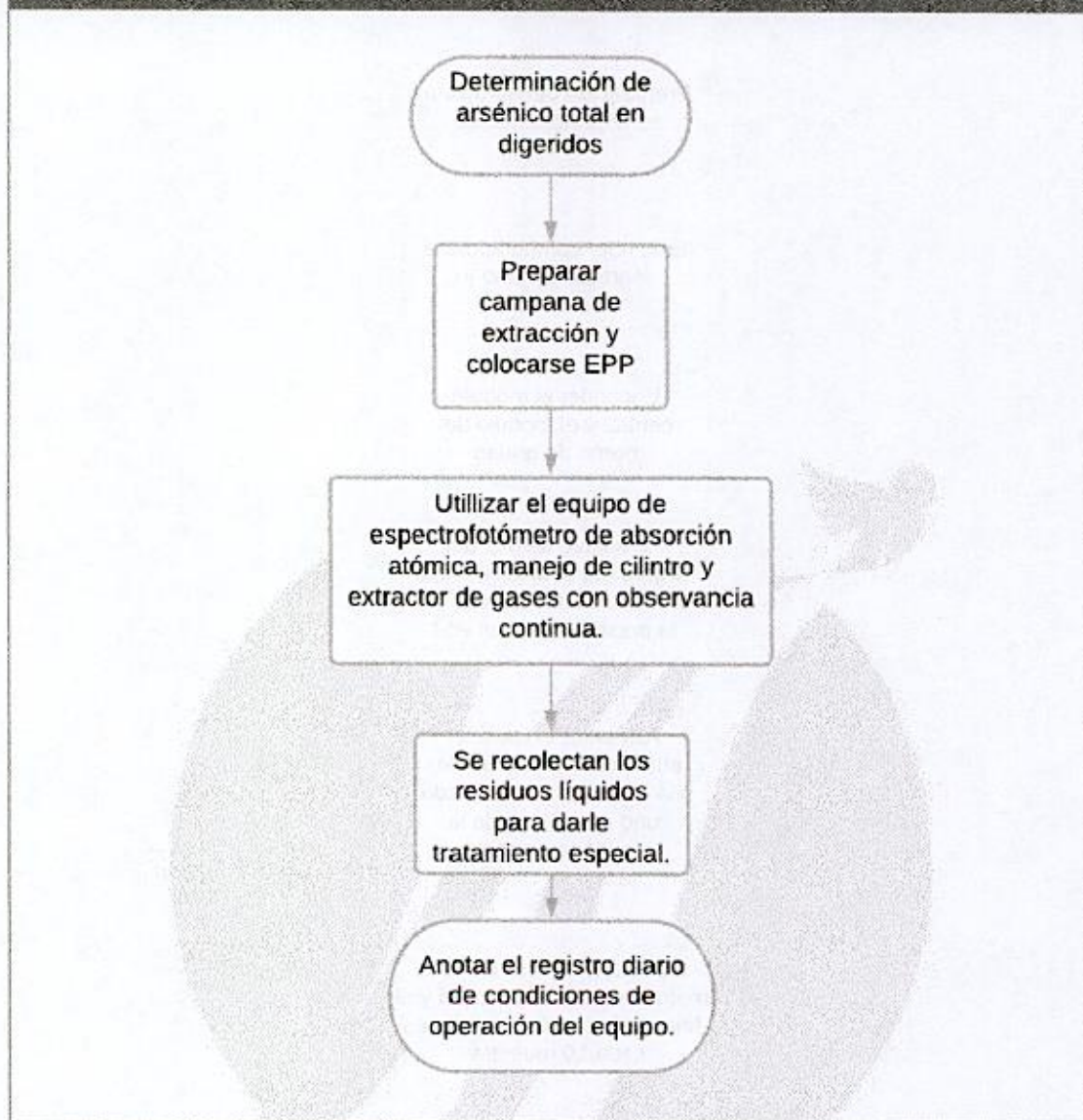
Remover cuidadosamente la termocopla y colocarla a resguardo

Colocar la base de sujeción de vasos del equipo en la campana de extracción. Colocar un segmento en la base de sujeción y utilizar la llave de torque para aflojar la prensa aplicando fuerza en sentido antihorario hasta que sea posible remover el vaso del segmento. Remover el diafragma de sellado y el tapón

Verter el digerido en un recipiente de polietileno con taparroca de 50.0 mL debidamente identificado. Cerrar y guardar.

Colocar los vasos de digestión y los tapones en el área de lavado de cristalería y ejecutar el procedimiento de lavado

Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de arsénico total en digeridos



Metales pesados: Preparación del hardware para la determinación de arsénico total en diferidos

Preparación del hardware
espectrofotométrico

Encender computadora e
ingresar usuario y
contraseña

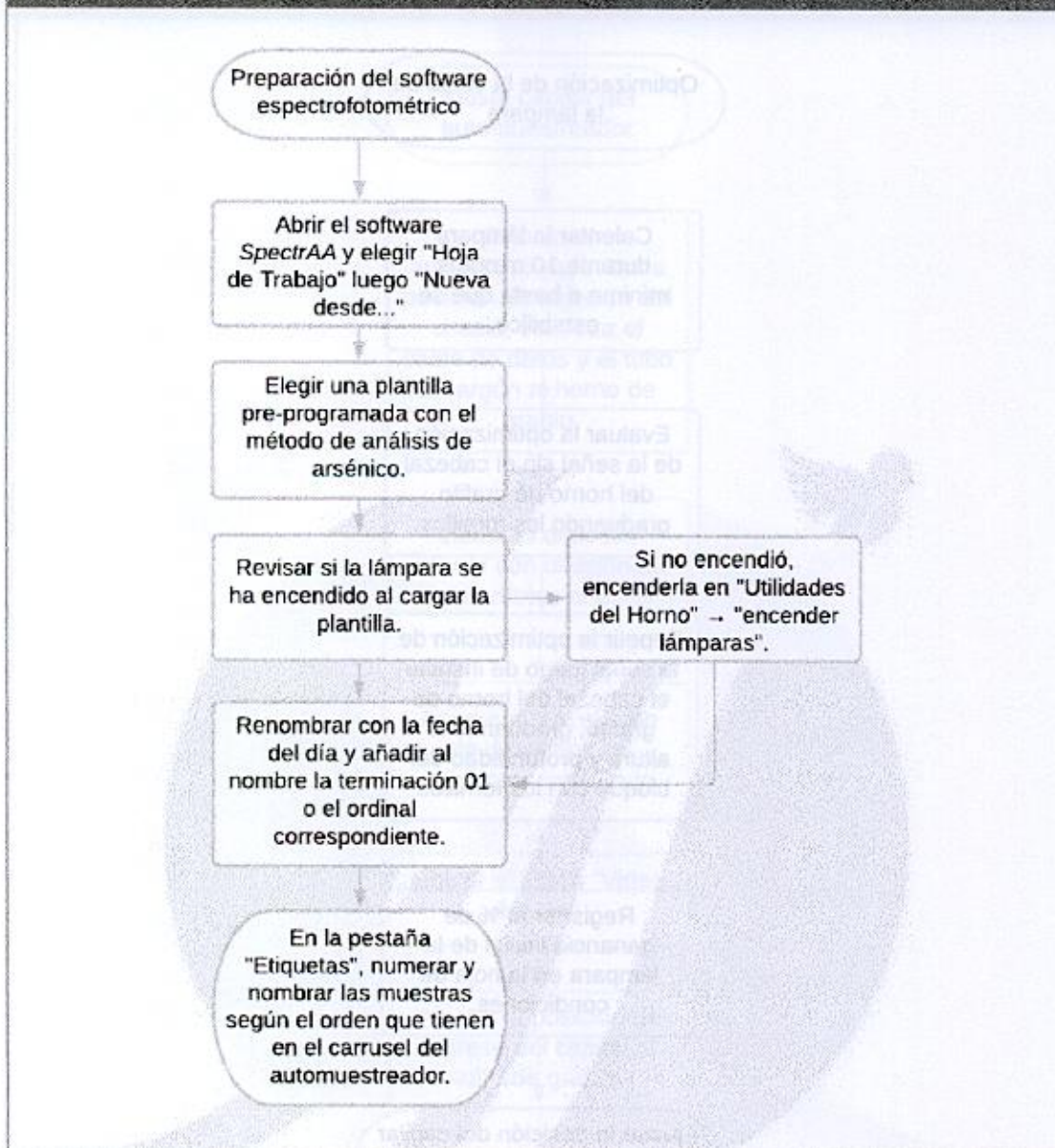
Encender el módulo
central y el módulo del
horno de grafito

Abrir llave de gas del
argón, registrar en la hoja
de condiciones del equipo
la presión inicial en PSI

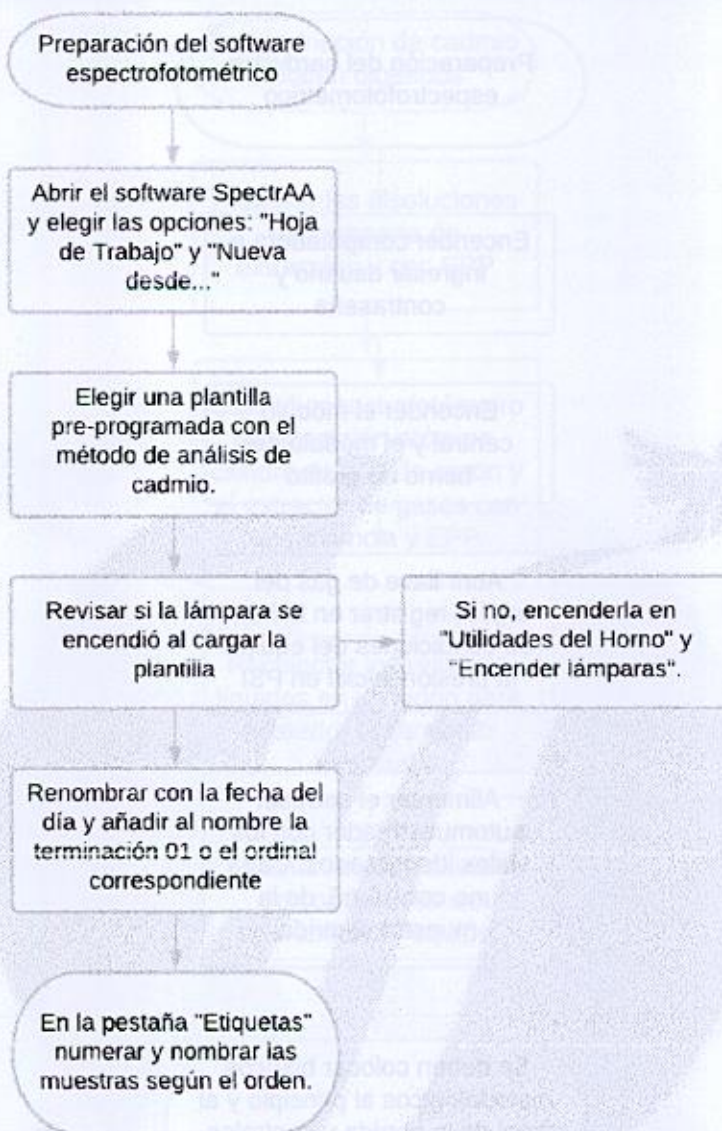
Alimentar el carrusel
automuestreador con los
viales identificados. Cada
uno con 10 mL de la
muestra digerida

Se deben colocar blancos
metodológicos al principio y al
final de la corrida y controles
cada 10 muestras

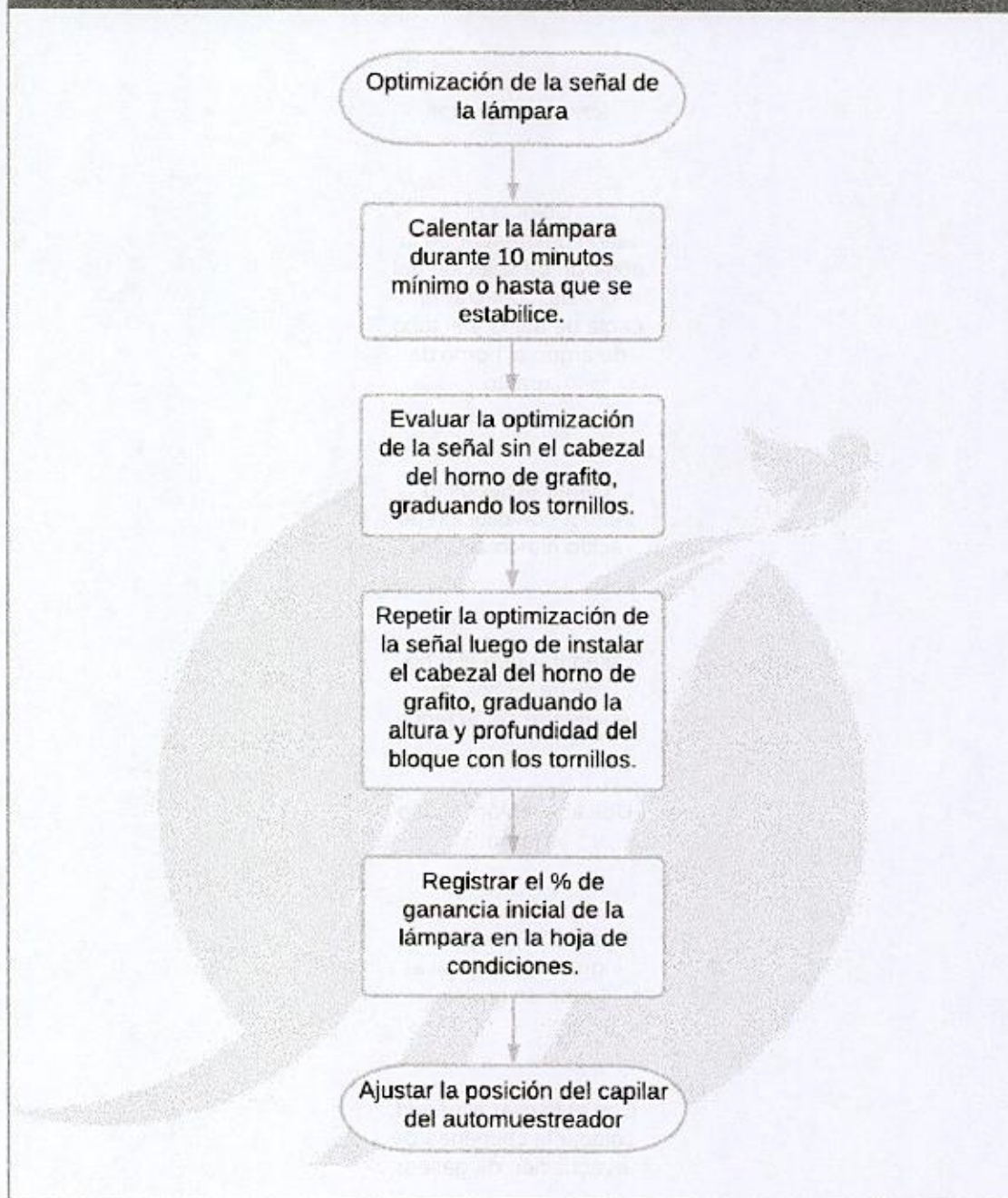
Metales pesados: Preparación del software para la determinación de arsénico total en diferidos



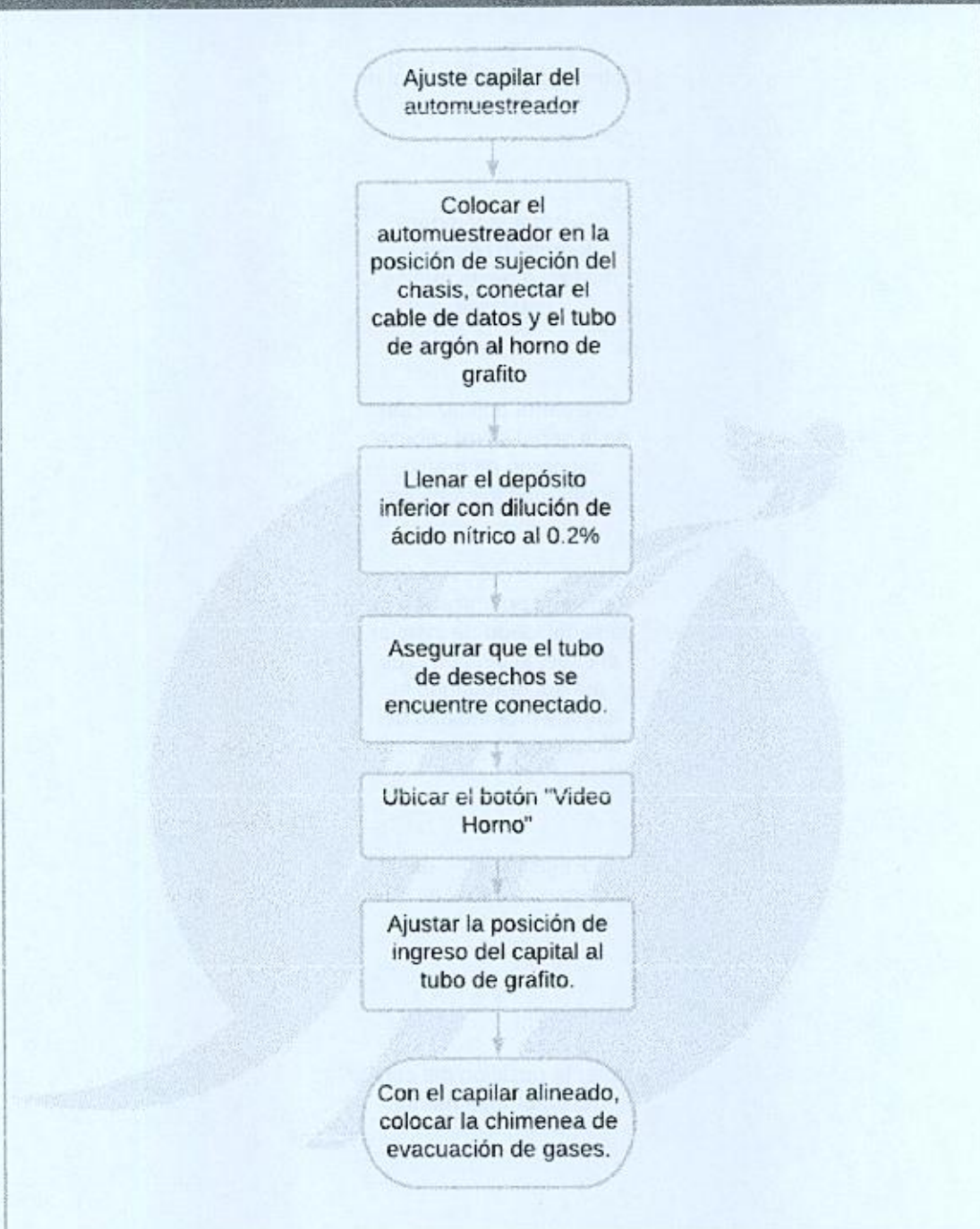
Metales pesados: Preparación del software para la determinación de cadmio total en diferidos



Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la determinación de cadmio total en diferidos



Metales pesados: Ajuste del capilar del automuestreador para la determinación de cadmio total en diferidos



Metales pesados: Acondicionamiento del tubo para la determinación de cadmio total en diferidos

Acondicionamiento del tubo

Colocar en la posición 52, un vial de 10 mL con agua suprapura y en la posición 53, un vial de 10 mL con una dilución de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ de 5000 mg/L

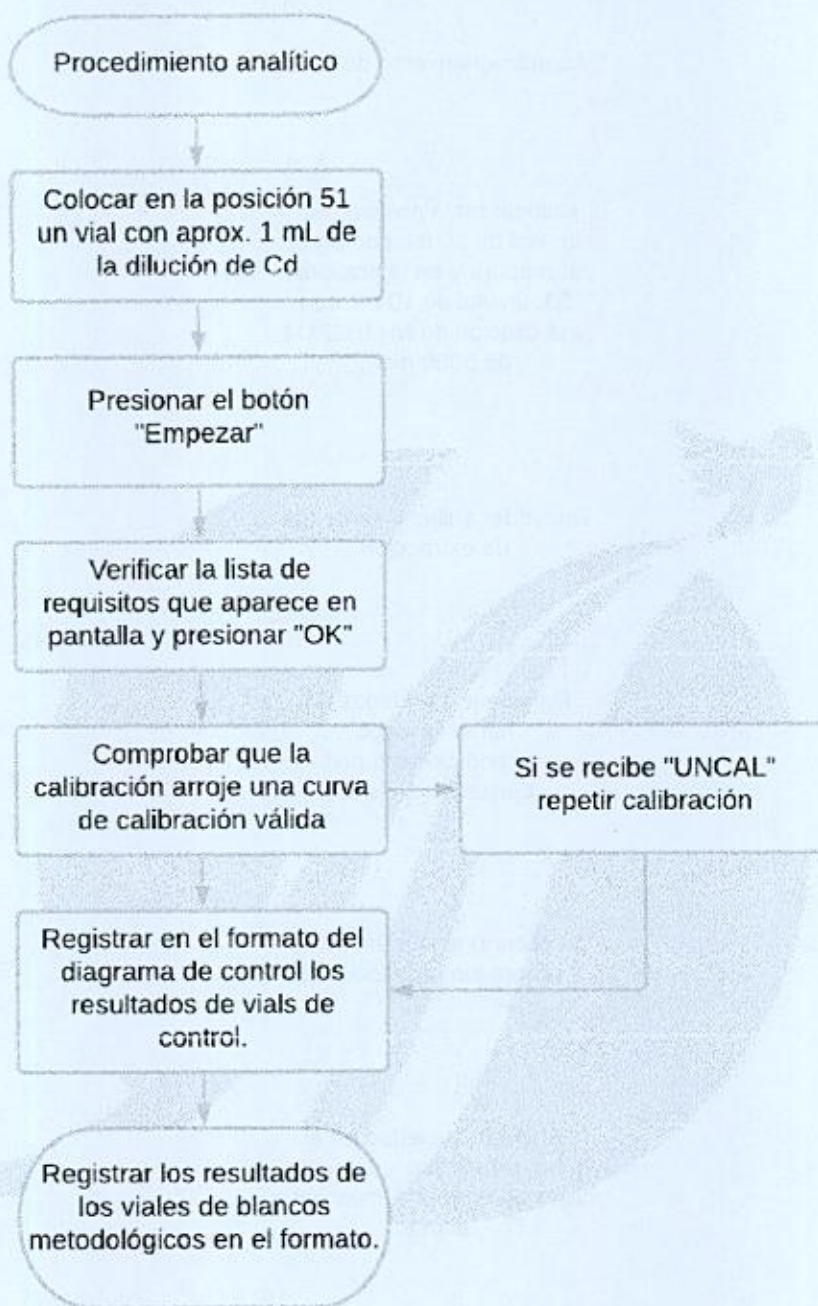
Encender chiller y campana de extracción

Presionar "Utilidades del horno" y luego "acondicionar tubo" ajustando 2 ciclos

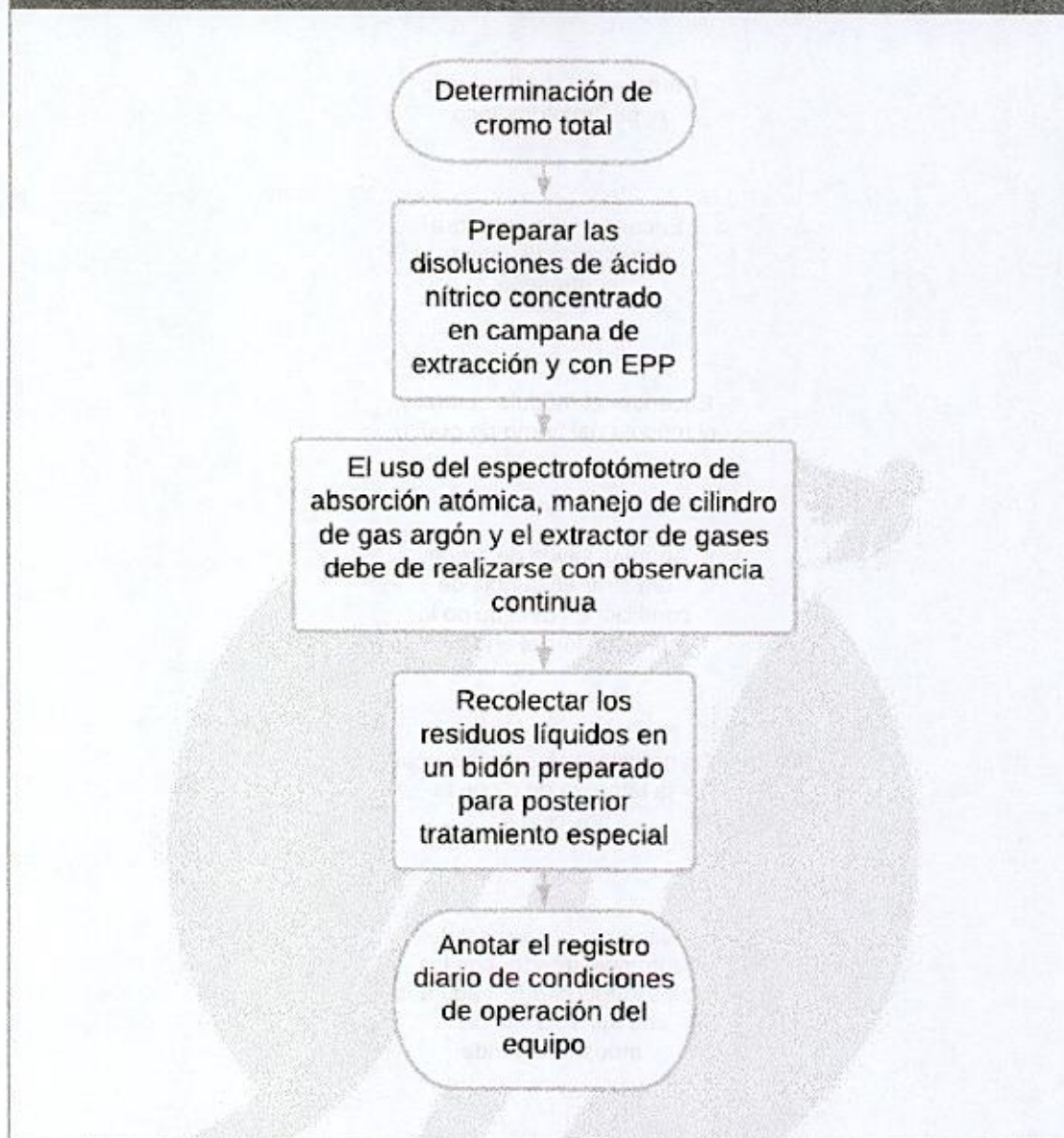
Verificar que la muestra se evapore sin proyecciones.

Si existe suciedad en el tubo, repetir procedimiento hasta obtener una línea base plana.

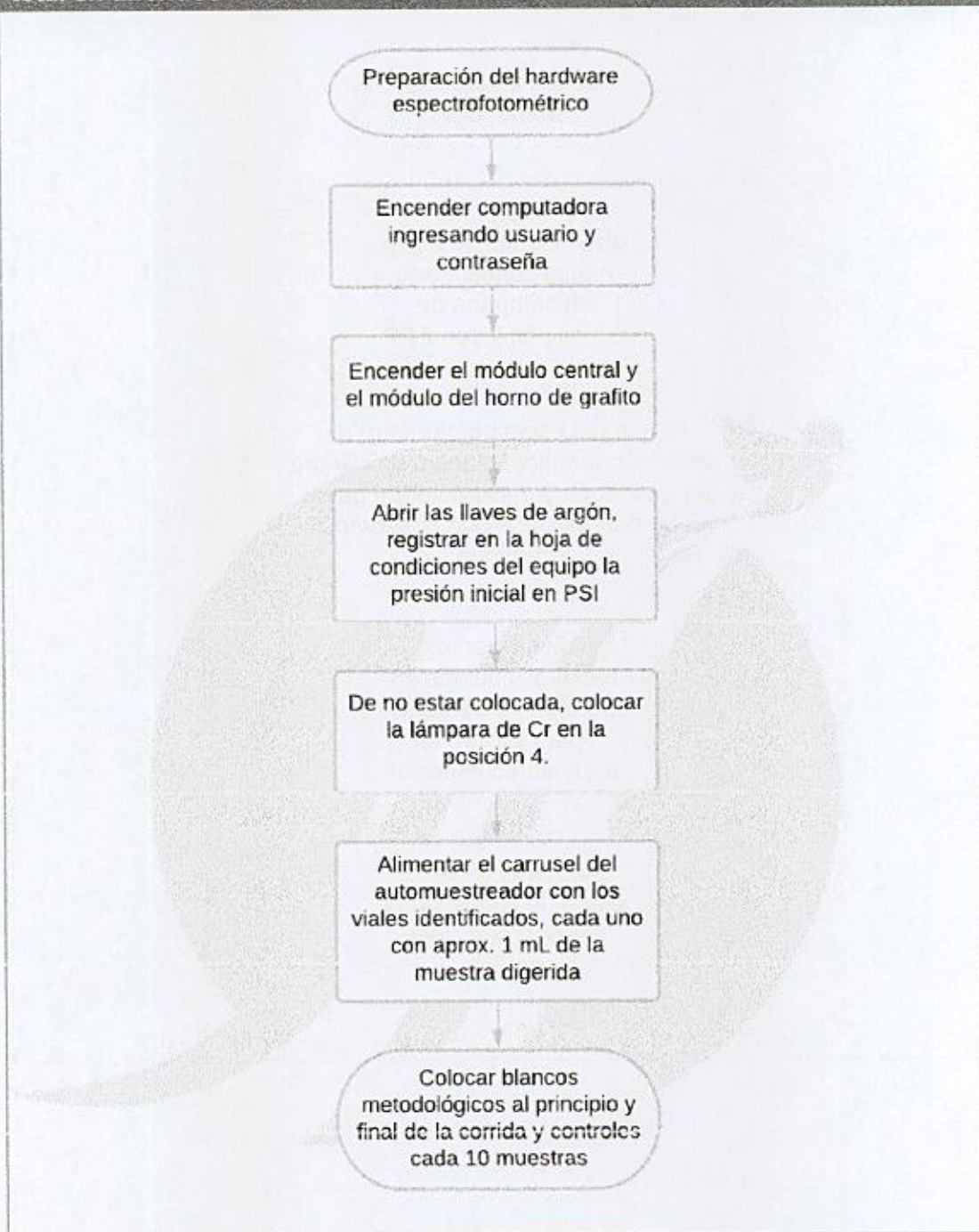
Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de cadmio total en diferidos



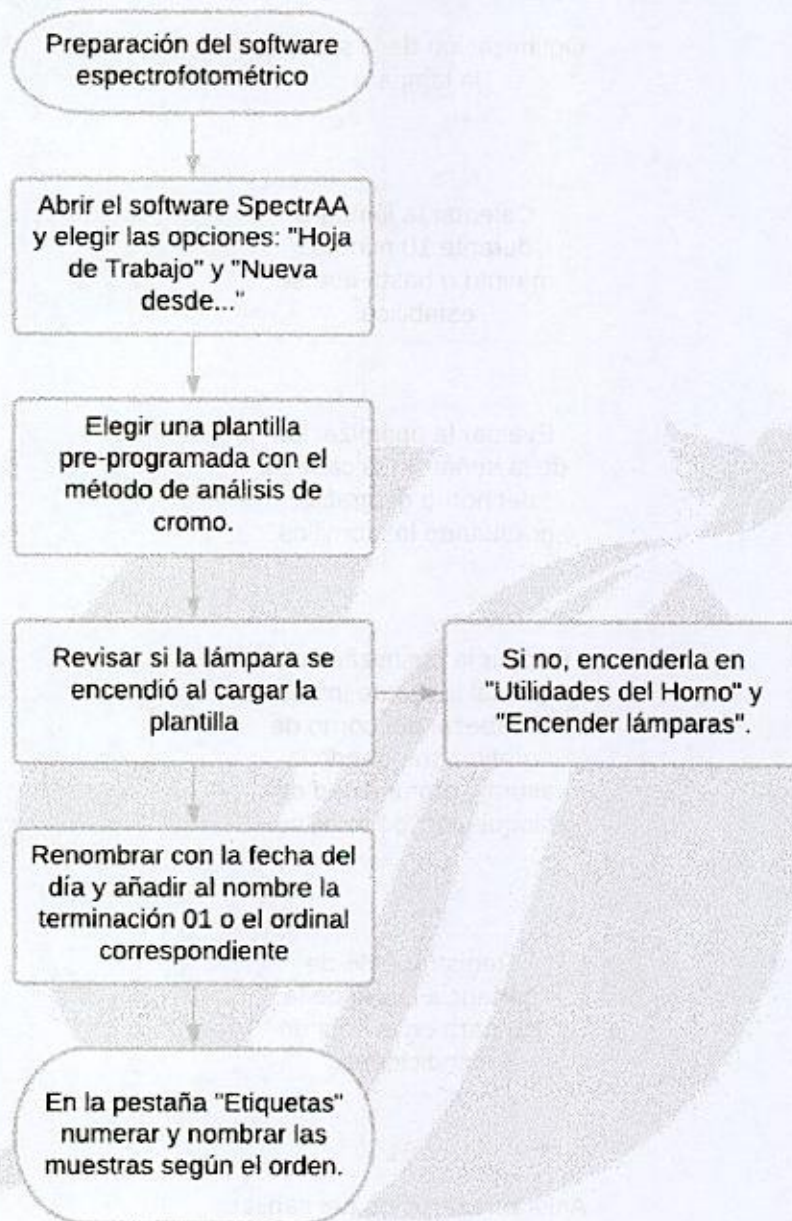
Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de cromo total en diferidos



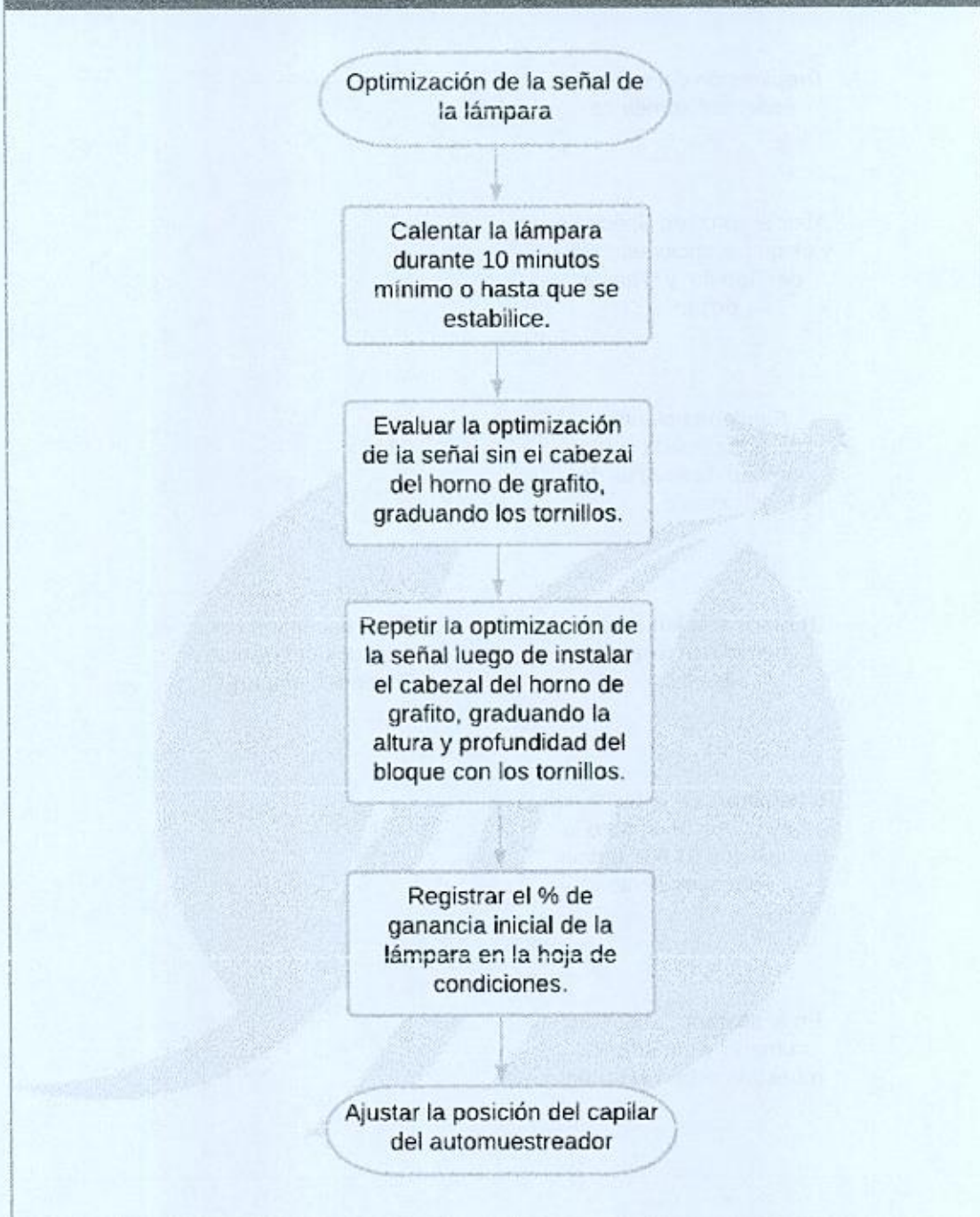
Metales pesados: Preparación del hardware para la determinación de cromo total en diferidos



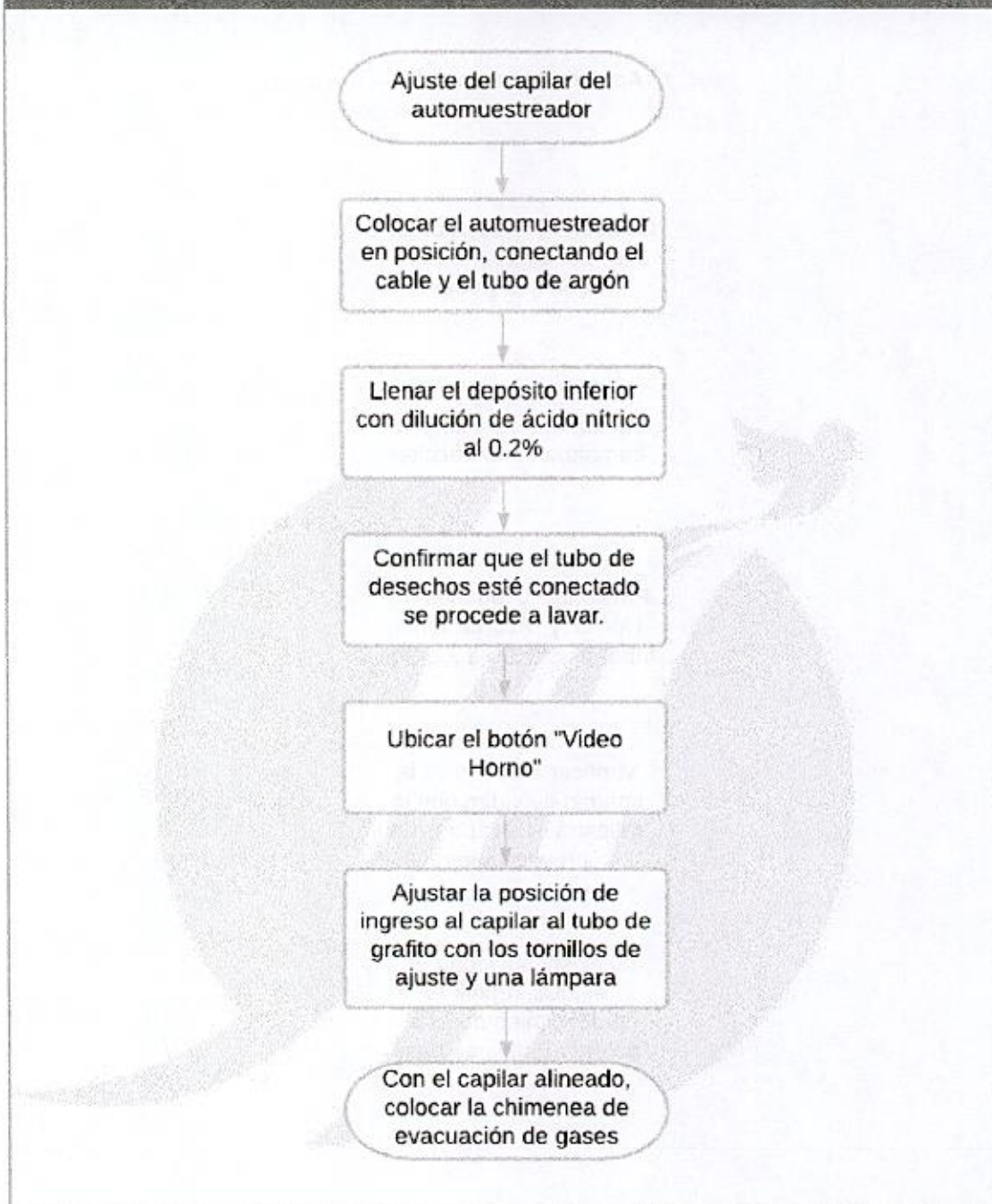
Metales pesados: Preparación del software para la determinación de cromo total en diferidos



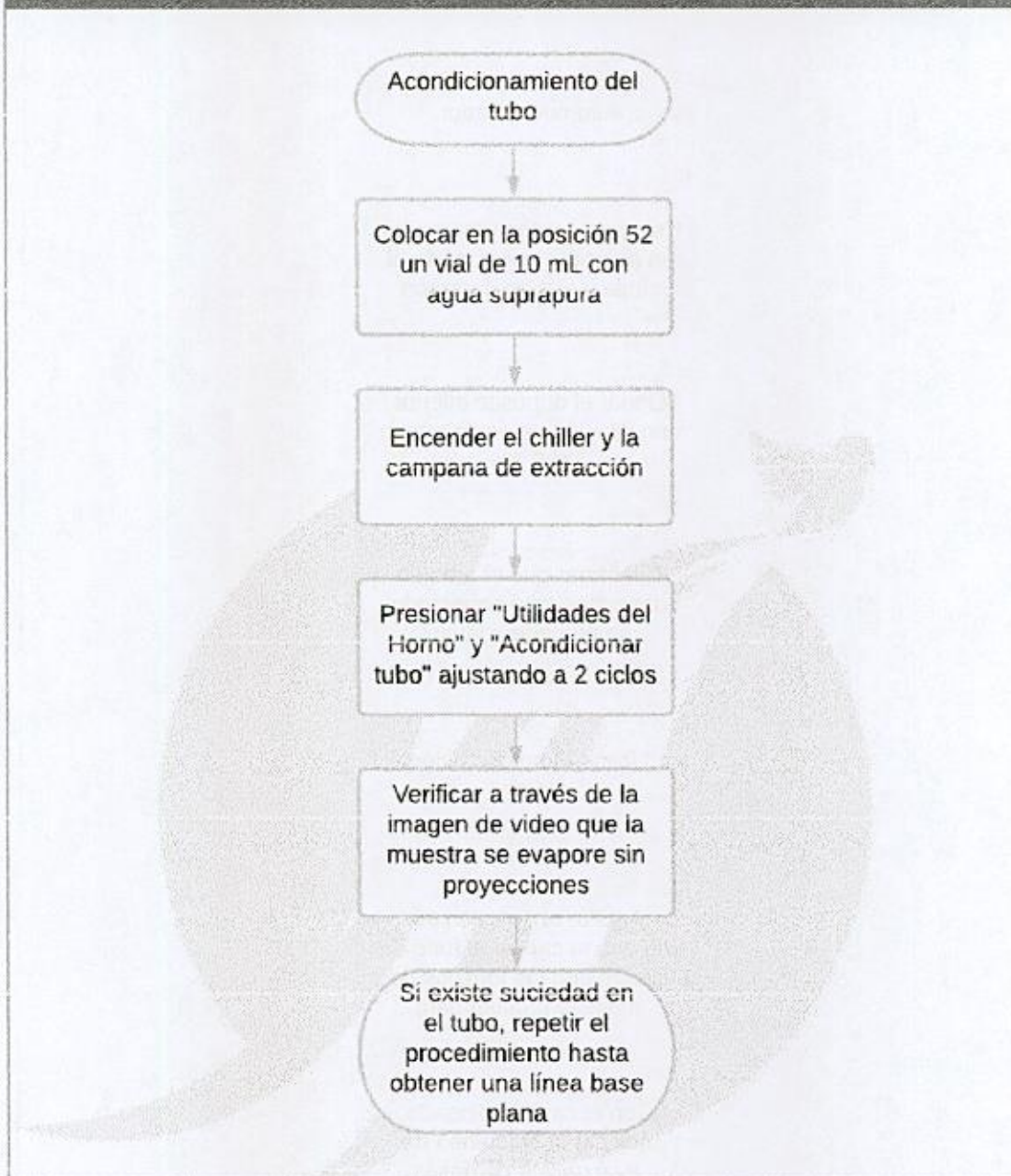
Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la determinación de cromo total en diferidos



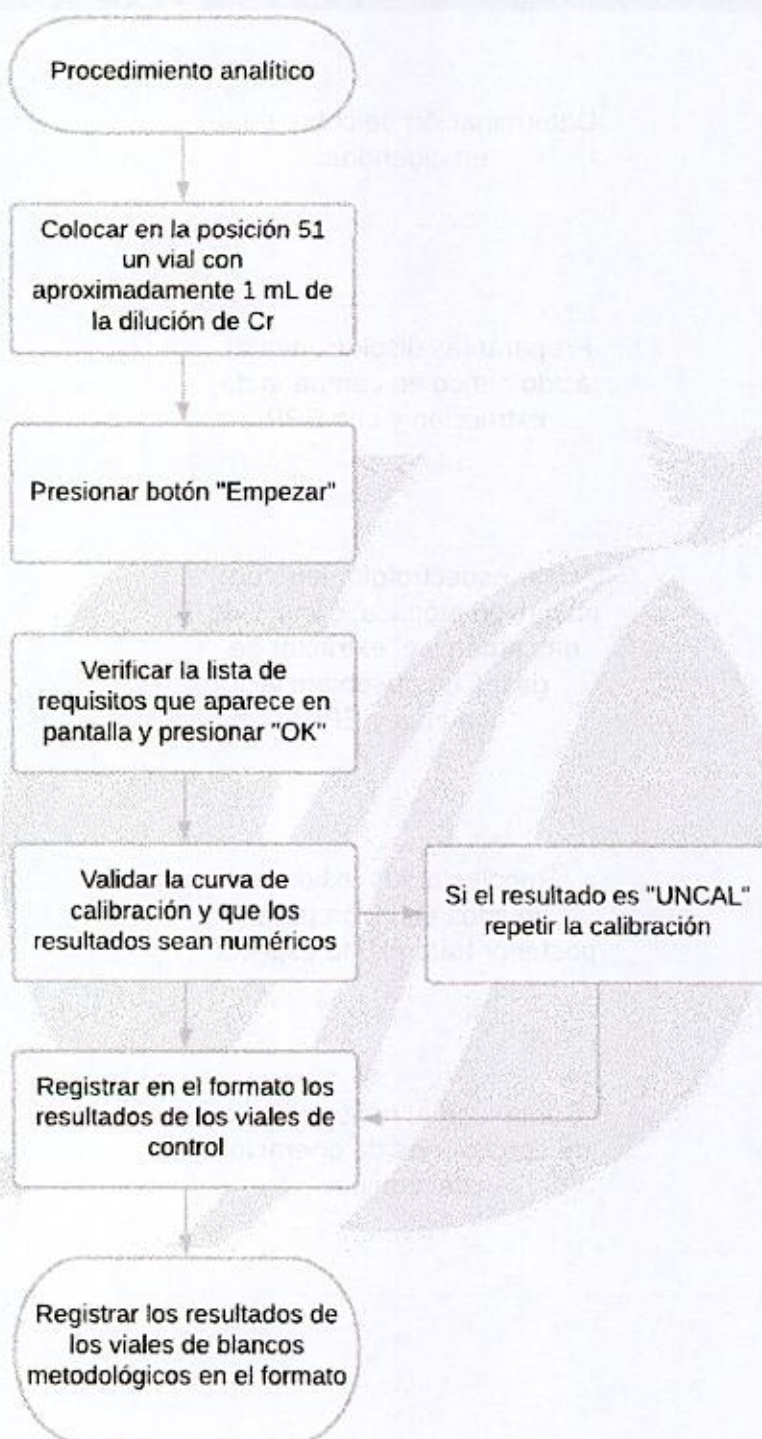
Metales pesados: Ajuste del capilar del automuestreador para la determinación de cromo total en diferidos



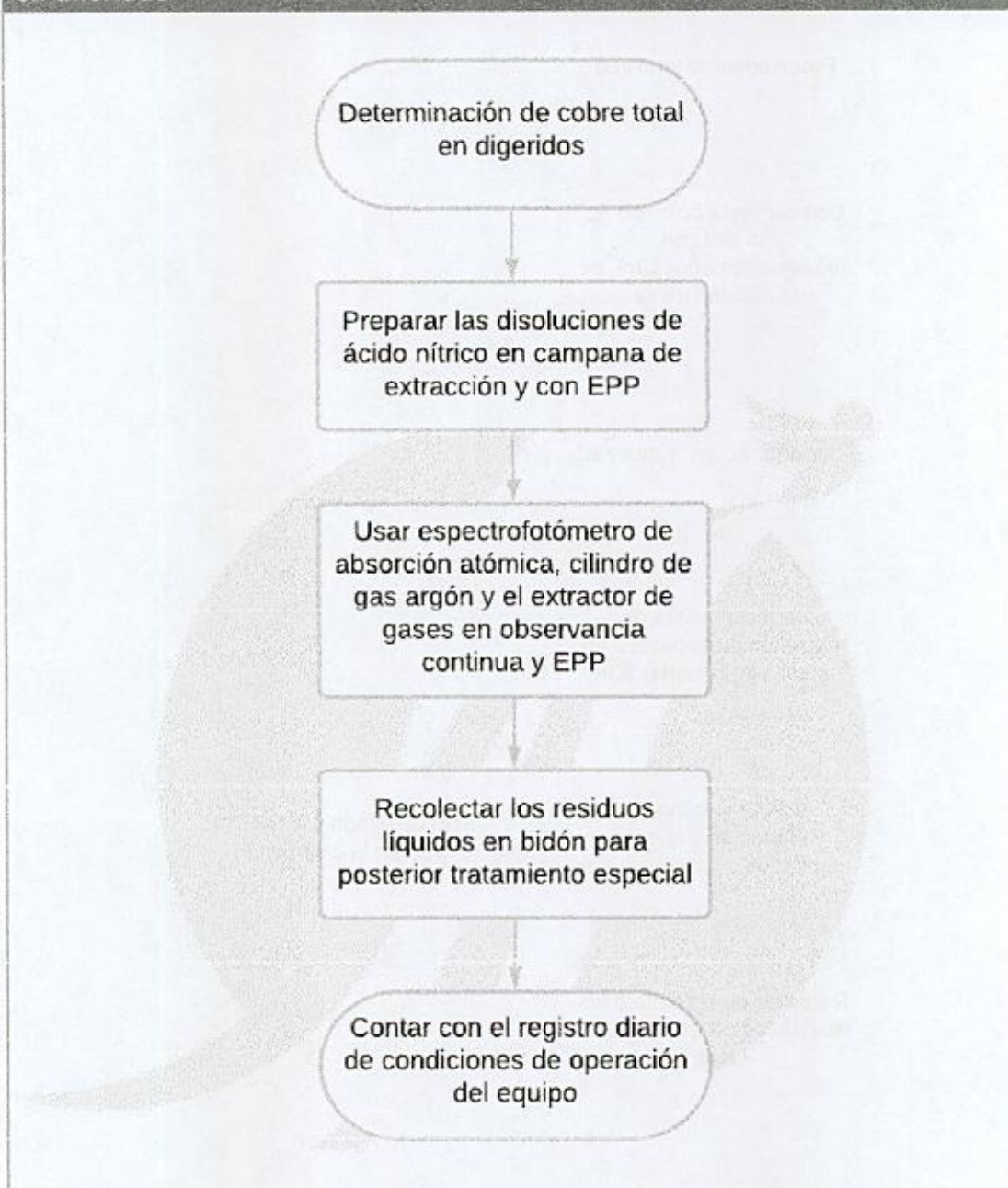
Metales pesados: Acondicionamiento del tubo para la determinación de cromo total en diferidos



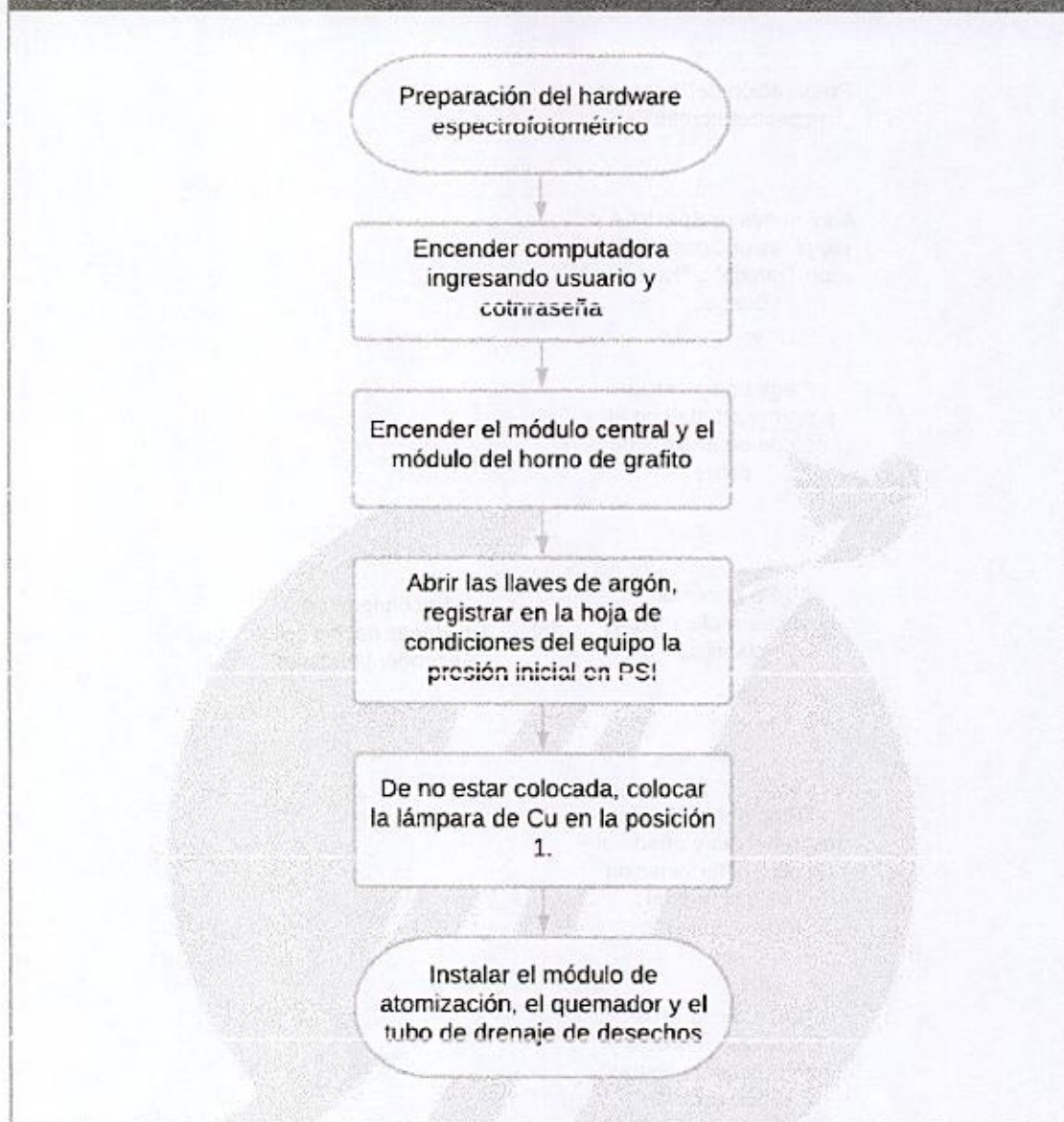
Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de cromo total en diferidos



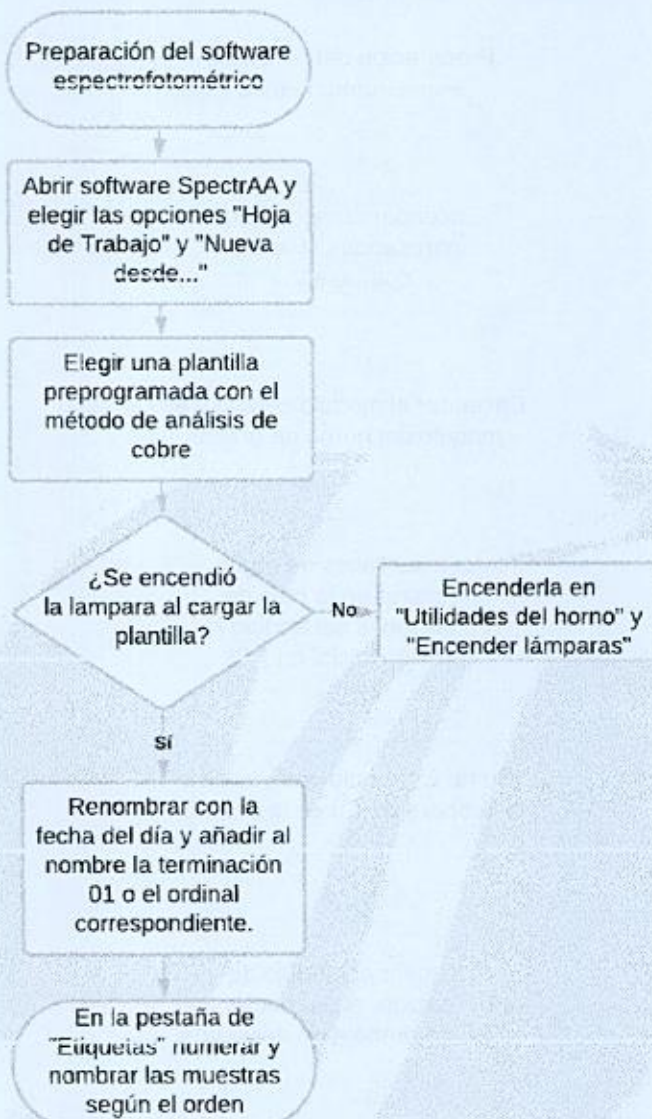
Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de cobre total en digeridos



Metales pesados: Preparación del hardware para la determinación de cobre total en diferidos



Metales pesados: Preparación del software para la determinación de cobre total en diferidos



Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la determinación de cobre total en diferidos

Optimización de la señal de la lámpara

Optimización de la señal de la lámpara

Calentar la lámpara durante no menos de 10 minutos o hasta que se estabilice

Alinear la posición del quemador y los tornillos de ajuste manual de altura y profundidad del bloque

Colocar el escudo de protección de llama y la chimenea de evacuación de gases.

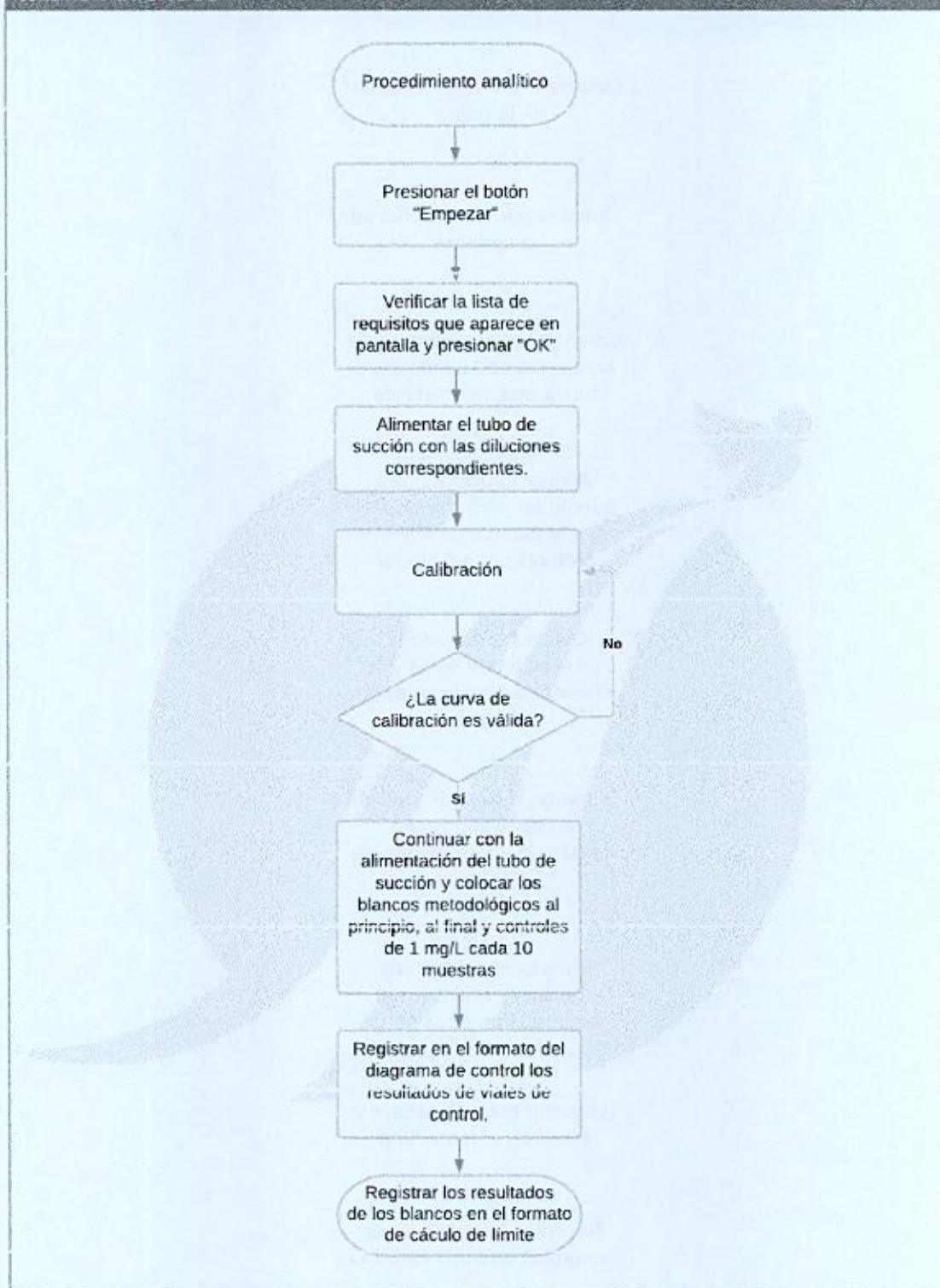
Sumergir el tubo de succión en agua suprapura contenida en un beaker de 250 mL

Presionar el botón de ignición y realizar una optimización de la señal

Registrar el % de ganancia inicial en el formulario.

Registrar los análisis por absorción atómica en llama

Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de cobre total en diferidos



Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de hierro total en digeridos

Determinación de hierro total en
digeridos
Verificación preliminar

Preparar en campana de extracción
las disoluciones de ácido nítrico y uso
de EPP

Usar el espectrofotómetro de
absorción atómica, cilindro de gas
argón y extractor de gases durante el
procedimiento con observancia
continua y EPP

Recolectar los residuos líquidos en
bidón para posterior tratamiento
especial

Realizar registro de condiciones de
operación del equipo

Metales pesados: Preparación del hardware para la determinación de hierro total en diferidos

Preparación del hardware
espectrofotométrico

Encender la computadora
ingresando usuario y
contraseña

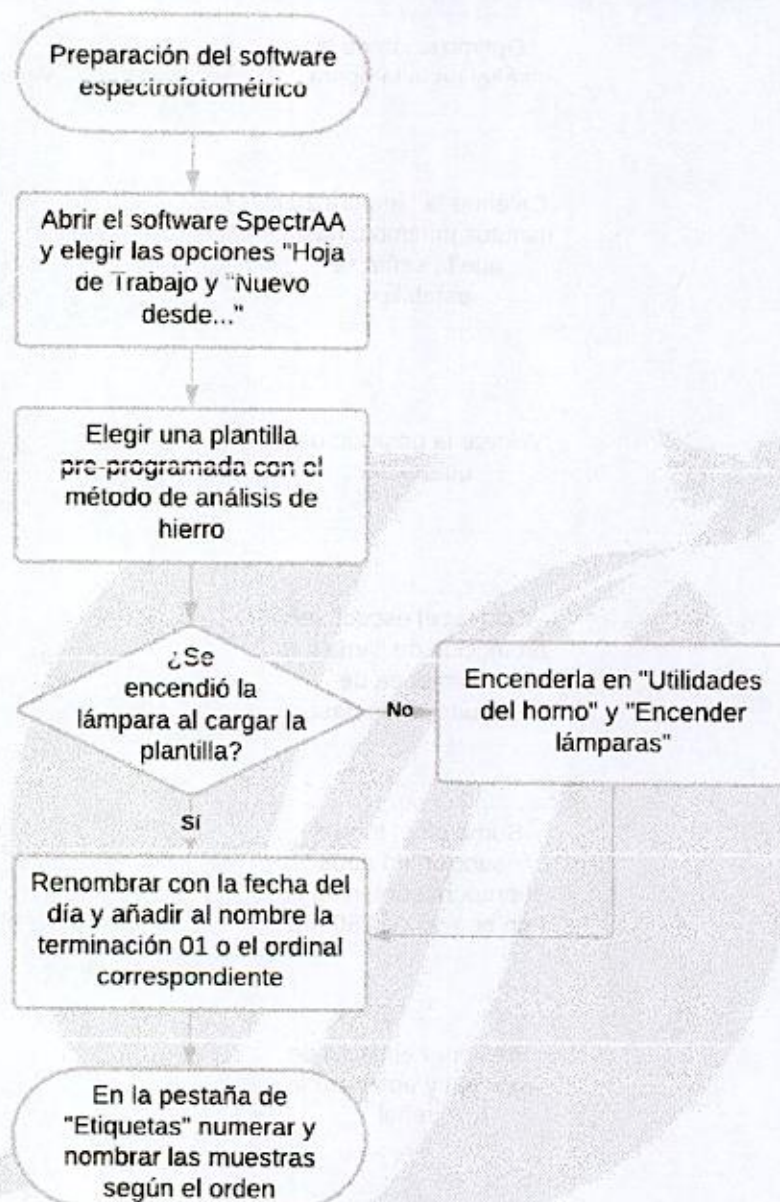
Encender el módulo central

Abrir las llaves de gas
acetileno y aire comprimido
registrando la presión inicial
en PSI del acetileno

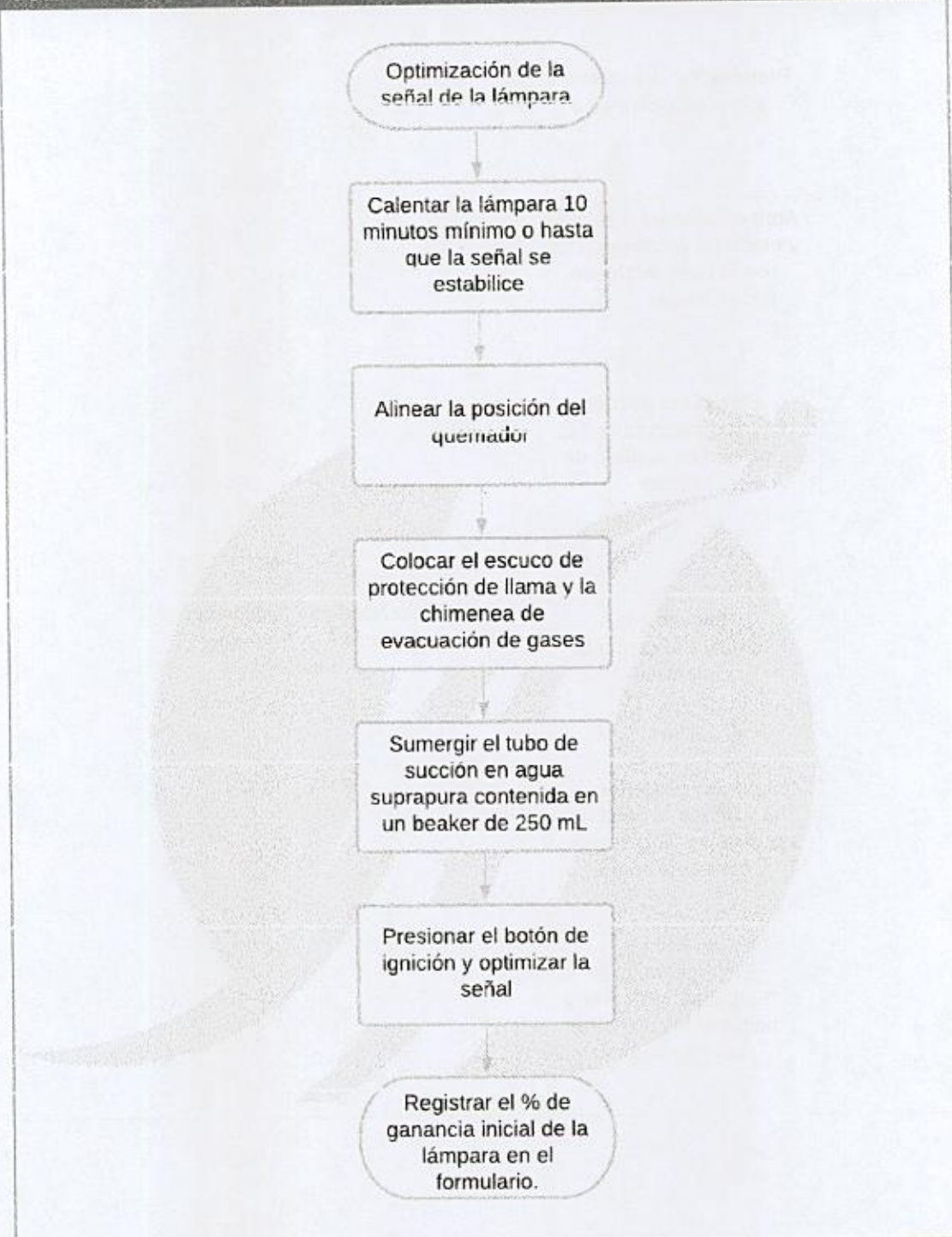
Colocar lámpara de Fe en
la posición 4

Instalar el módulo de
atomización, quemados y
tubo de drenaje de desechos

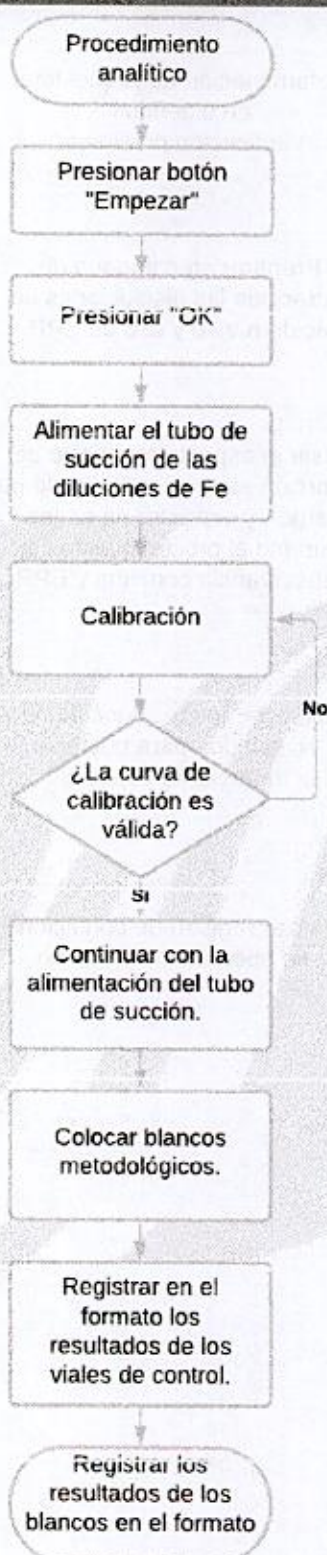
Metales pesados: Preparación del software para la determinación de hierro total en diferidos



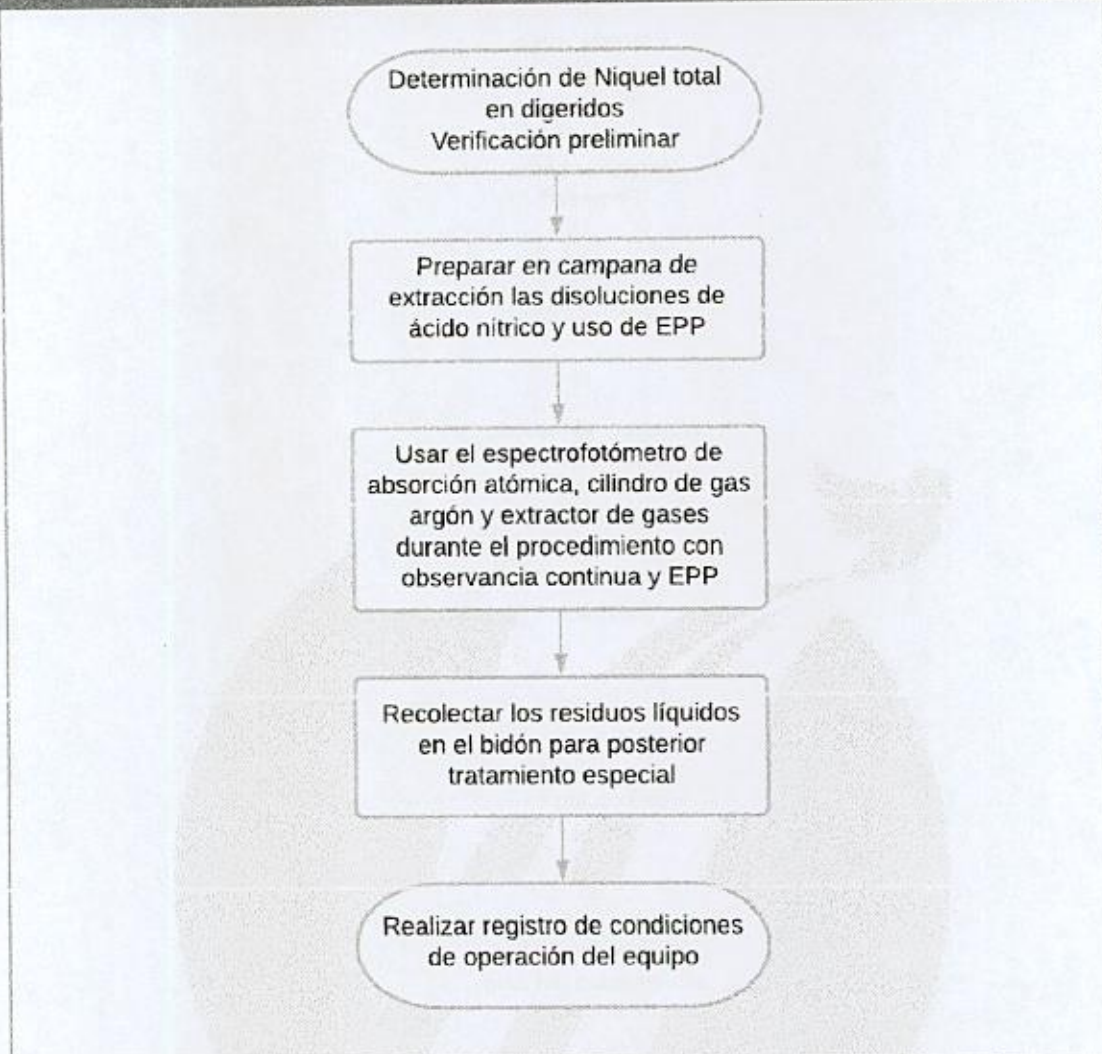
**Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la
determinación de hierro total en diferidos**



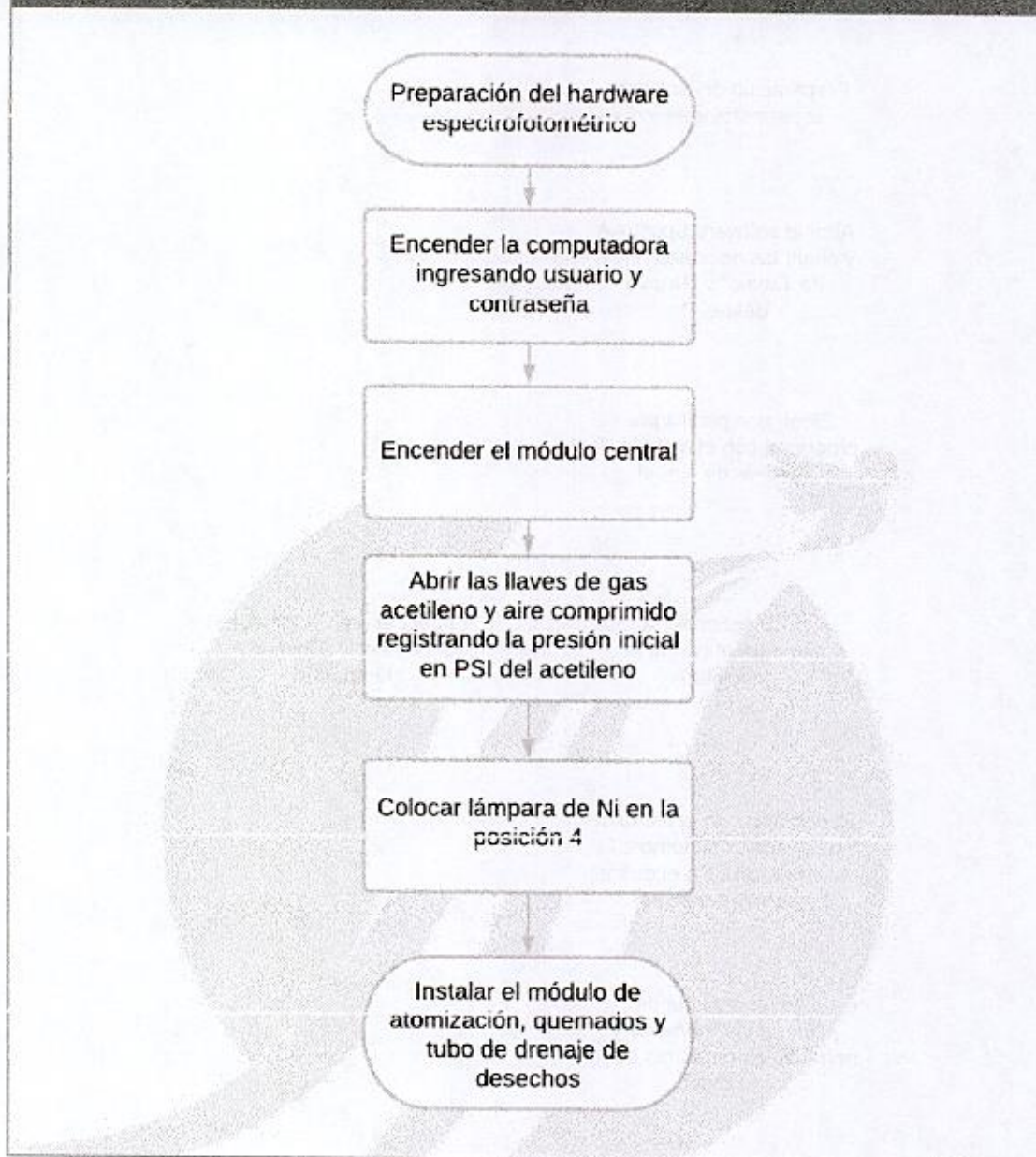
Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de hierro total en diferidos



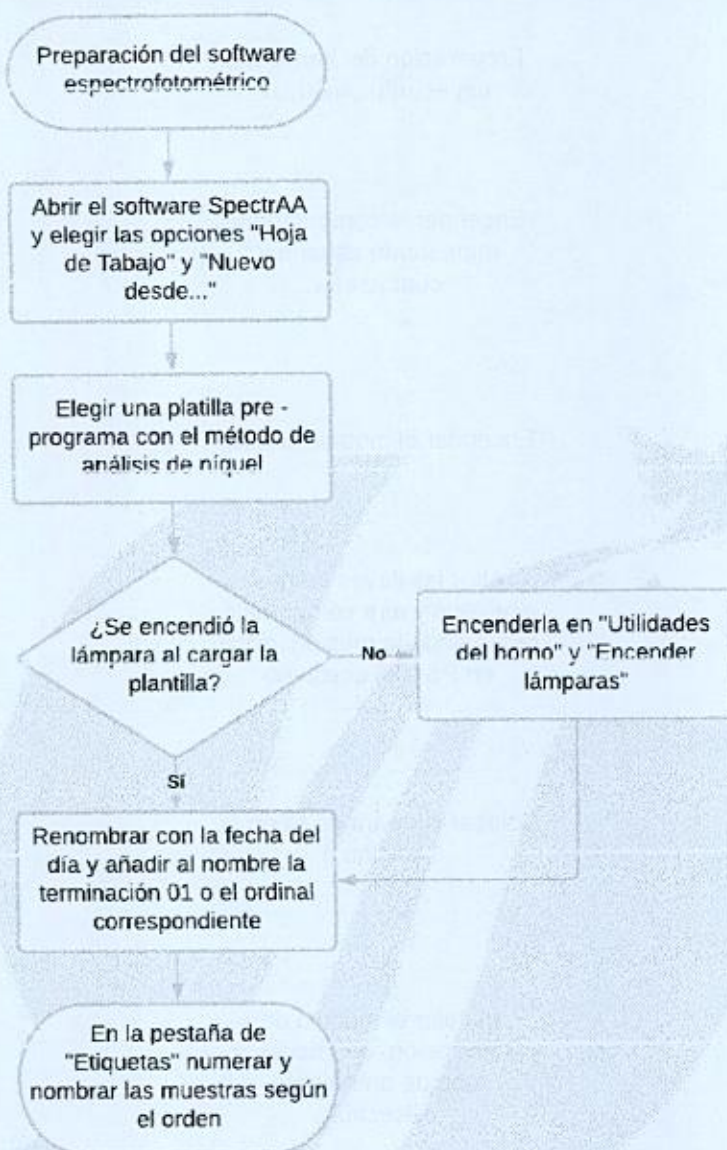
Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de níquel total en digeridos



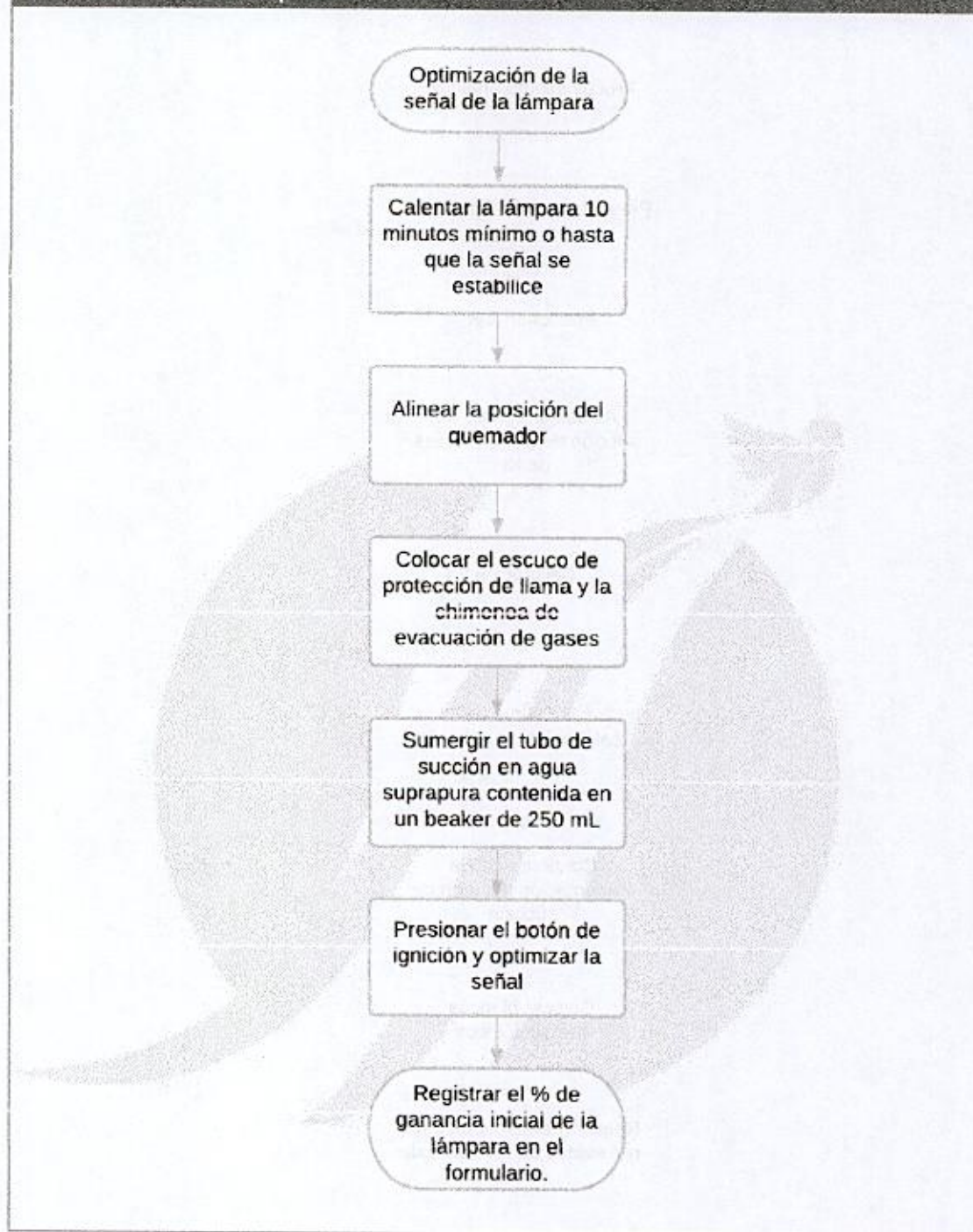
Metales pesados: Preparación del hardware para la determinación de níquel total en diferidos



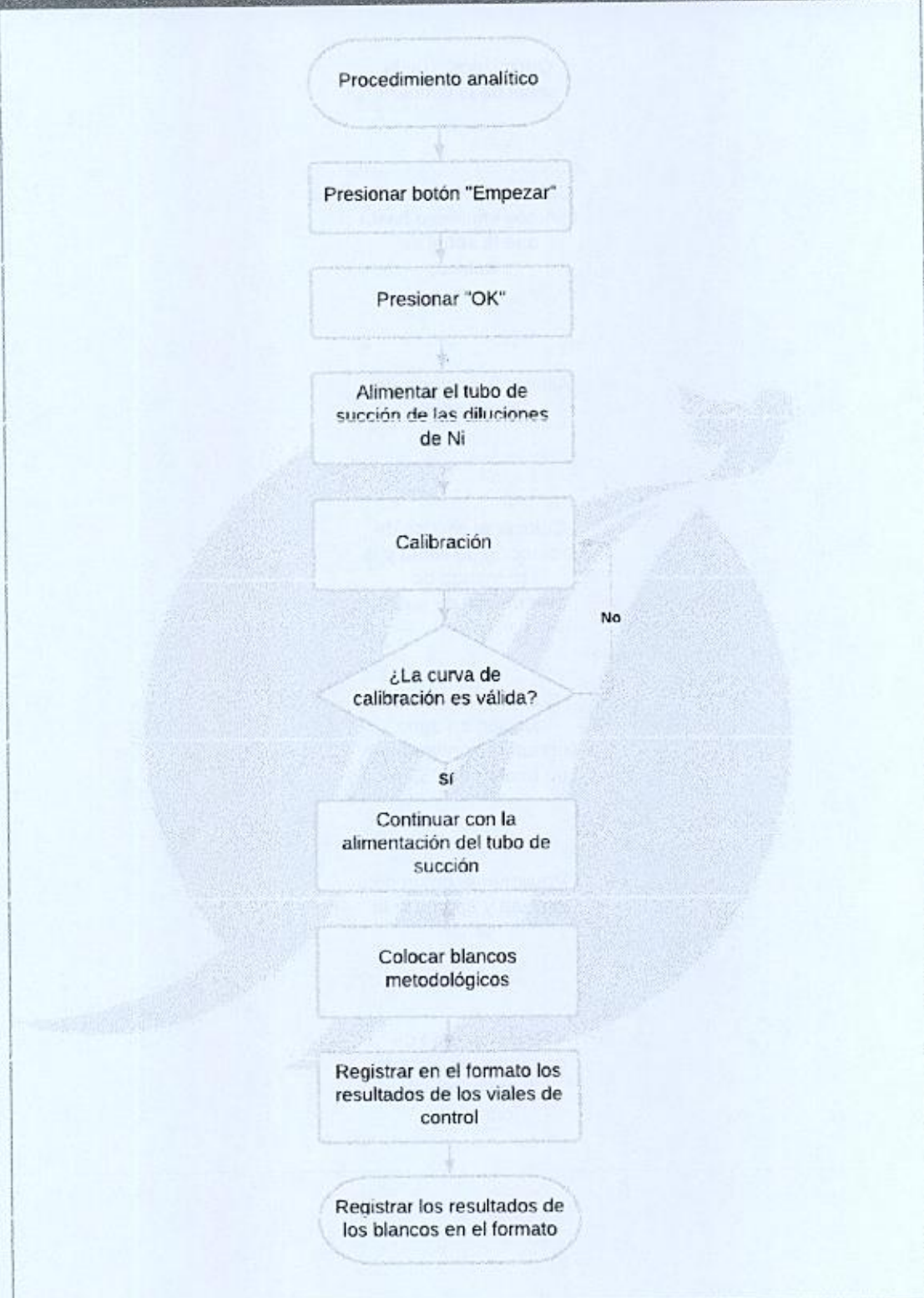
Metales pesados: Preparación del software para la determinación de níquel total en diferidos



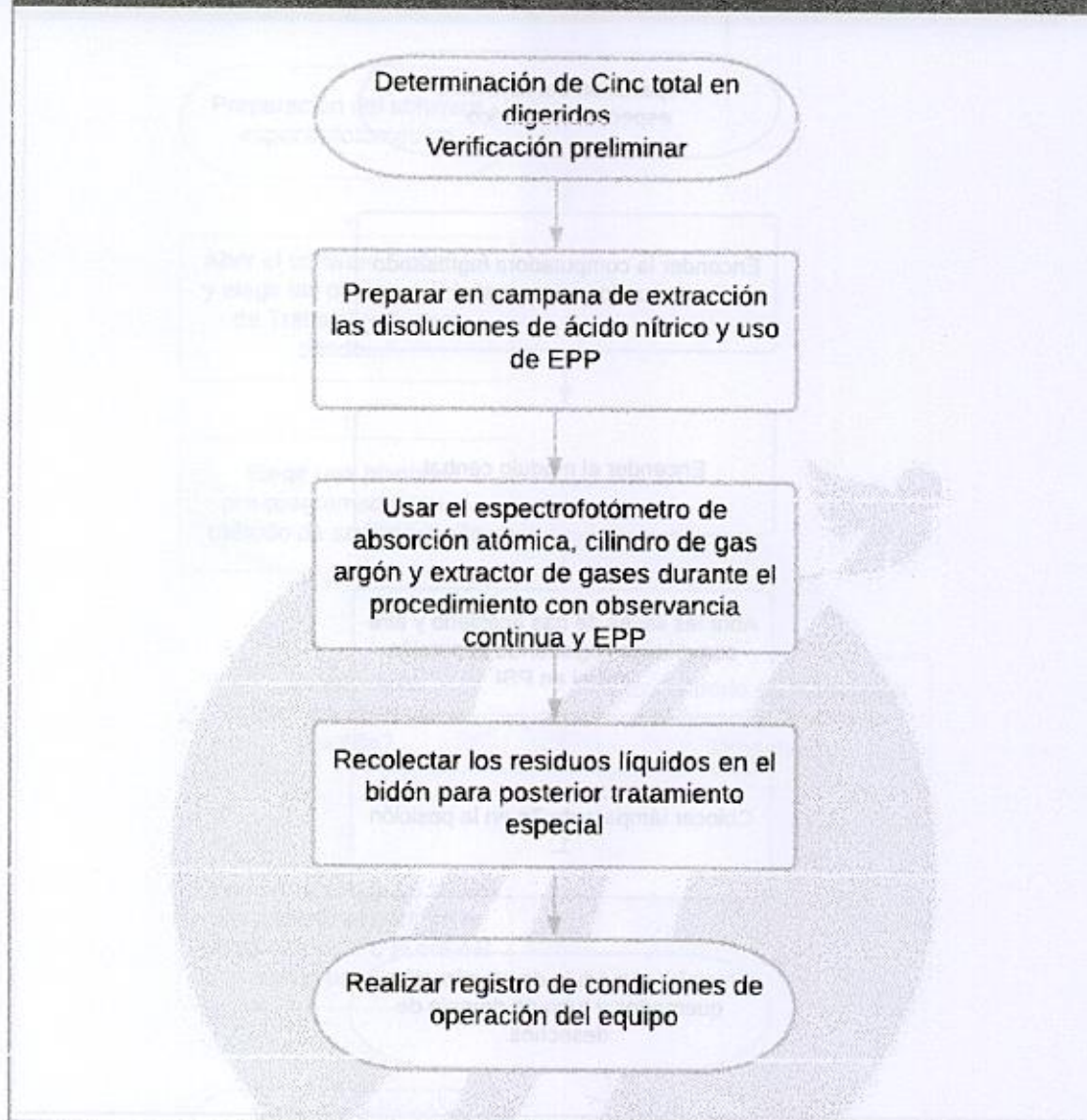
**Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la
determinación de níquel total en diferidos**



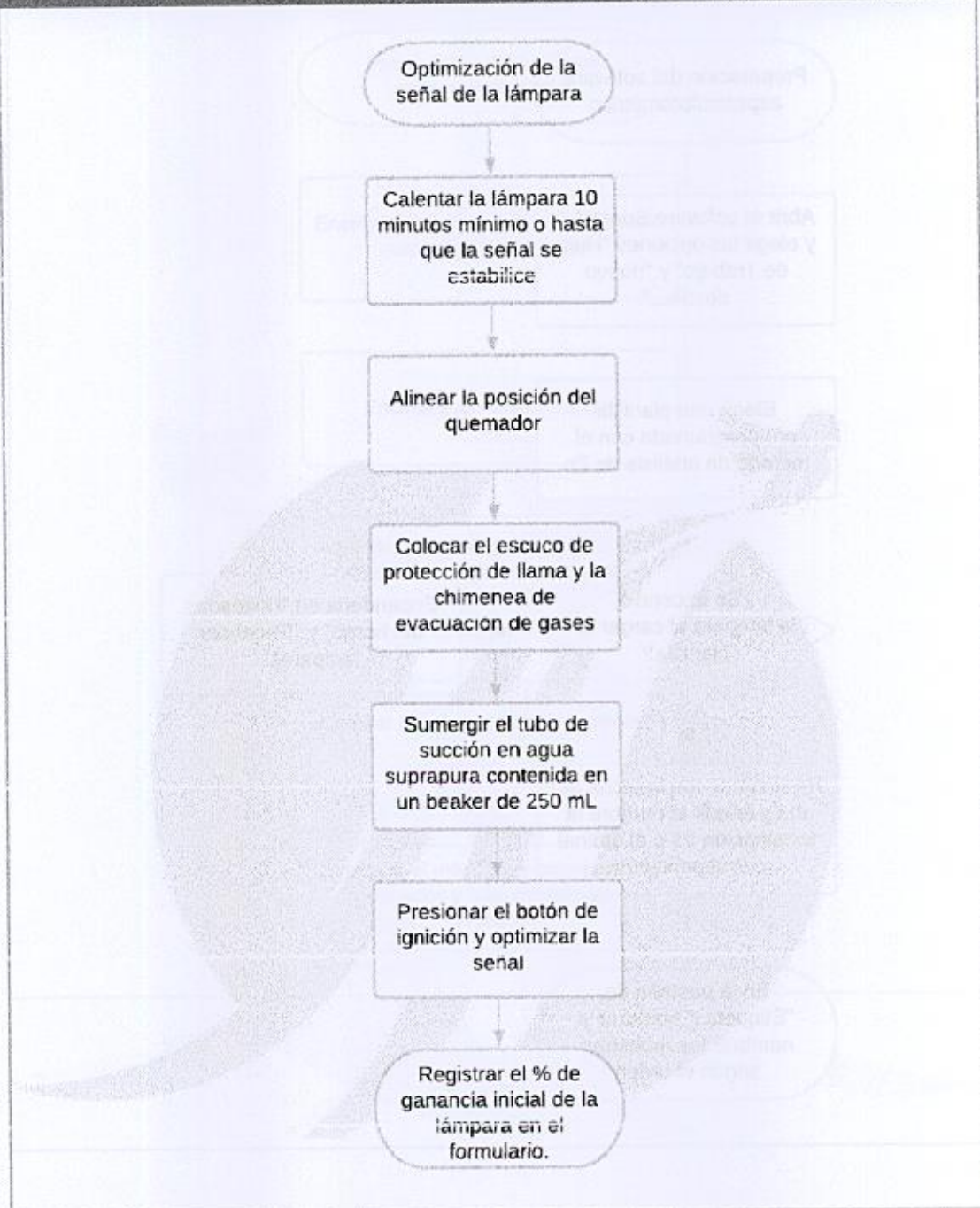
Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de níquel total en diferidos



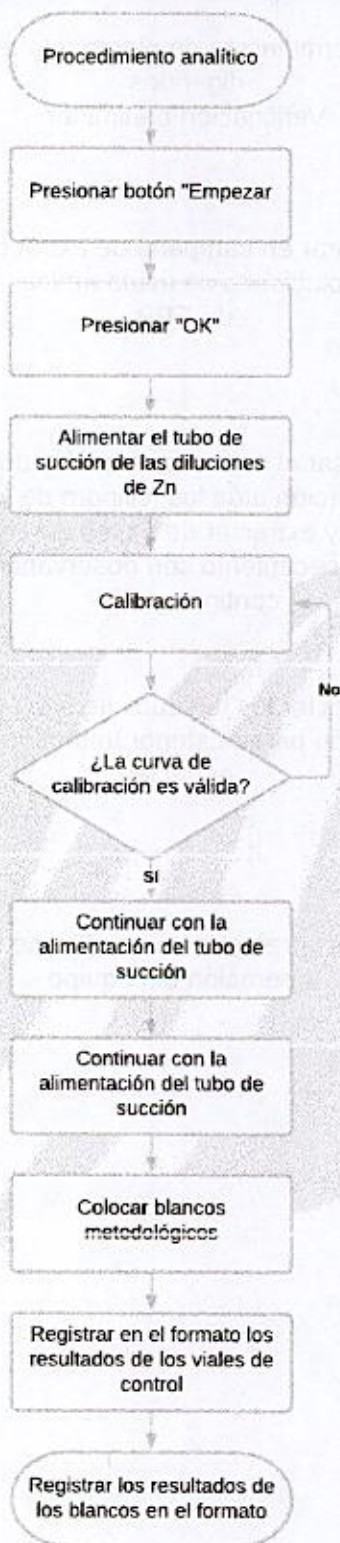
Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de cinc total en digeridos



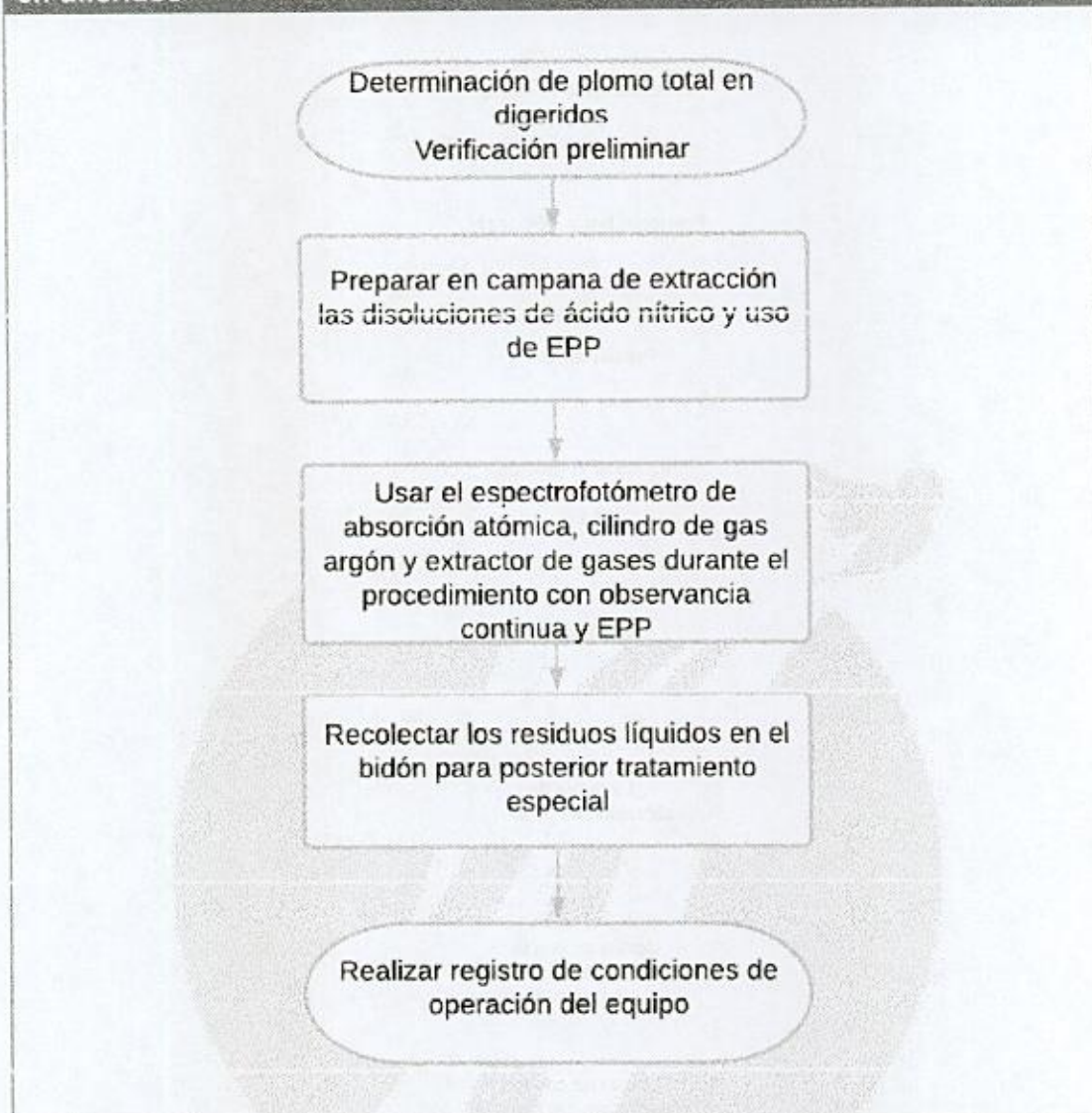
**Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la
determinación de cinc total en diferidos**



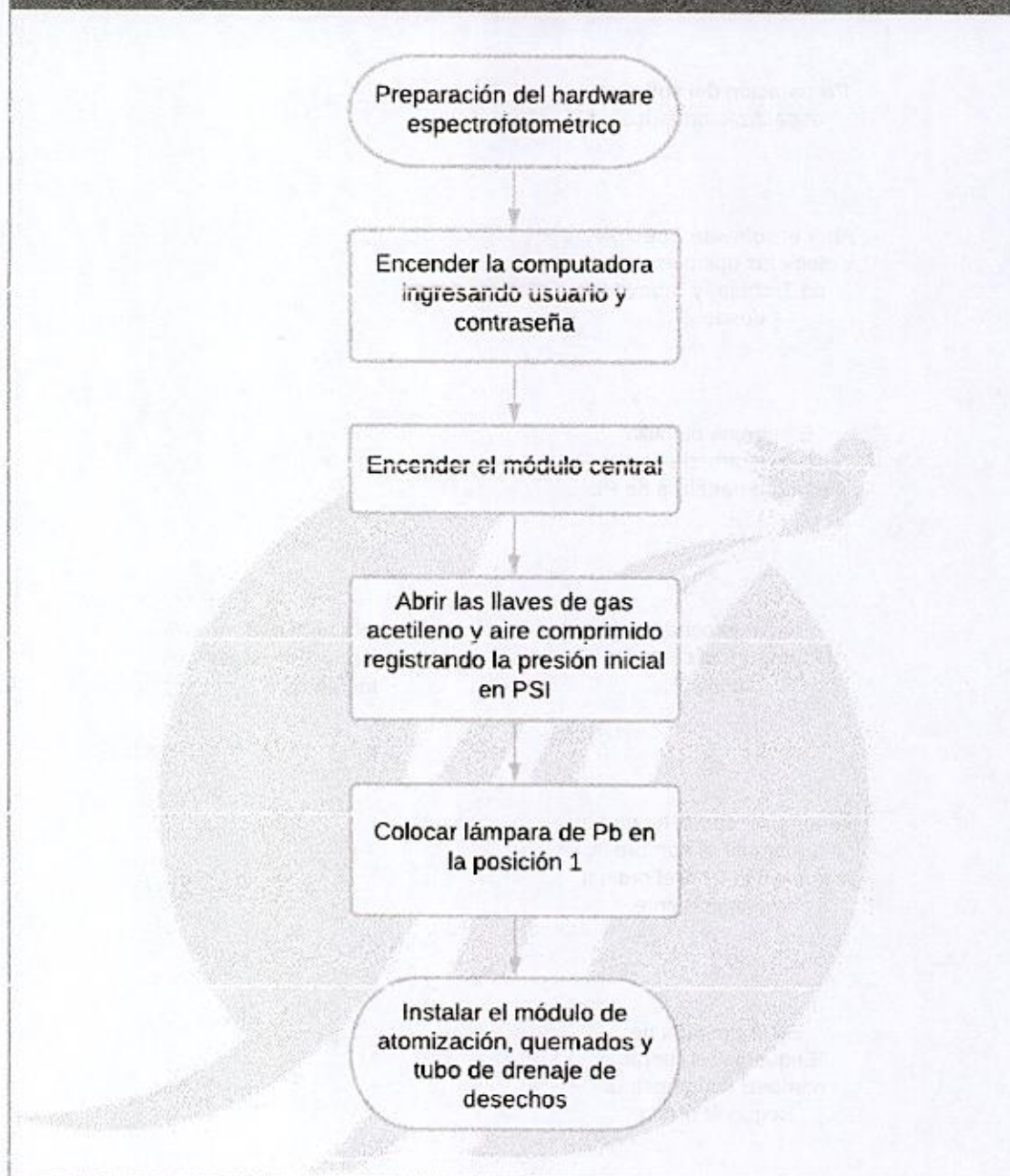
Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de cinc total en diferidos



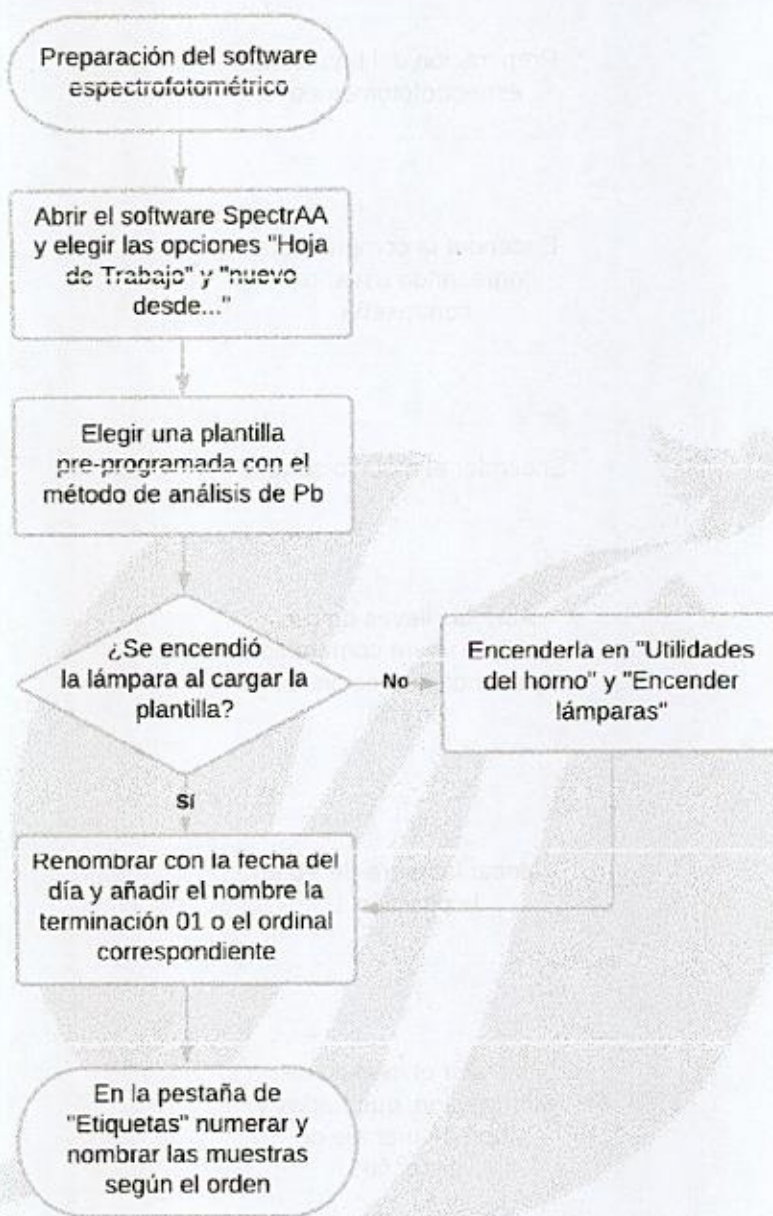
Metales pesados: Verificación preliminar para la determinación de plomo total en digeridos



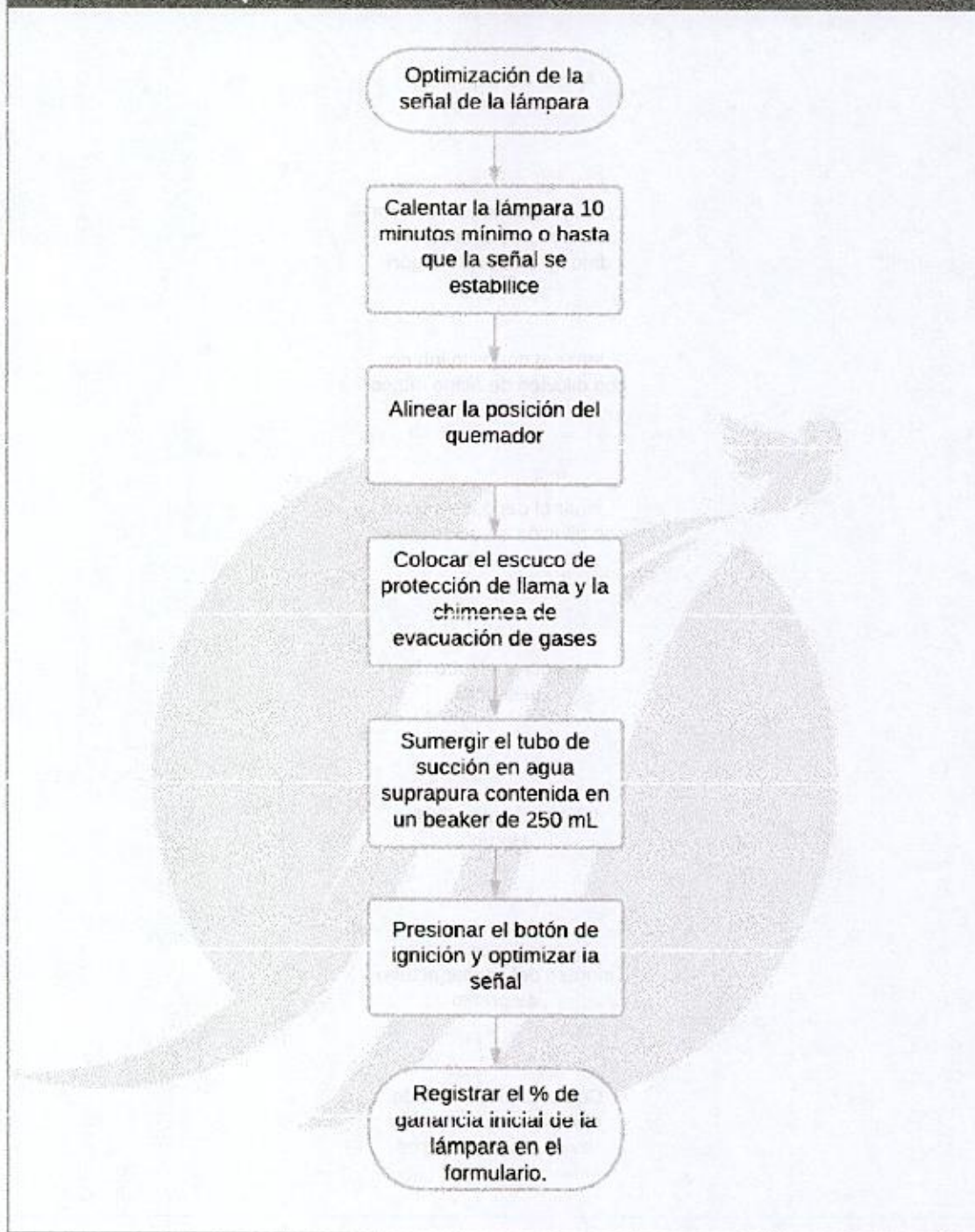
Metales pesados: Preparación del hardware para la determinación de plomo total en diferidos



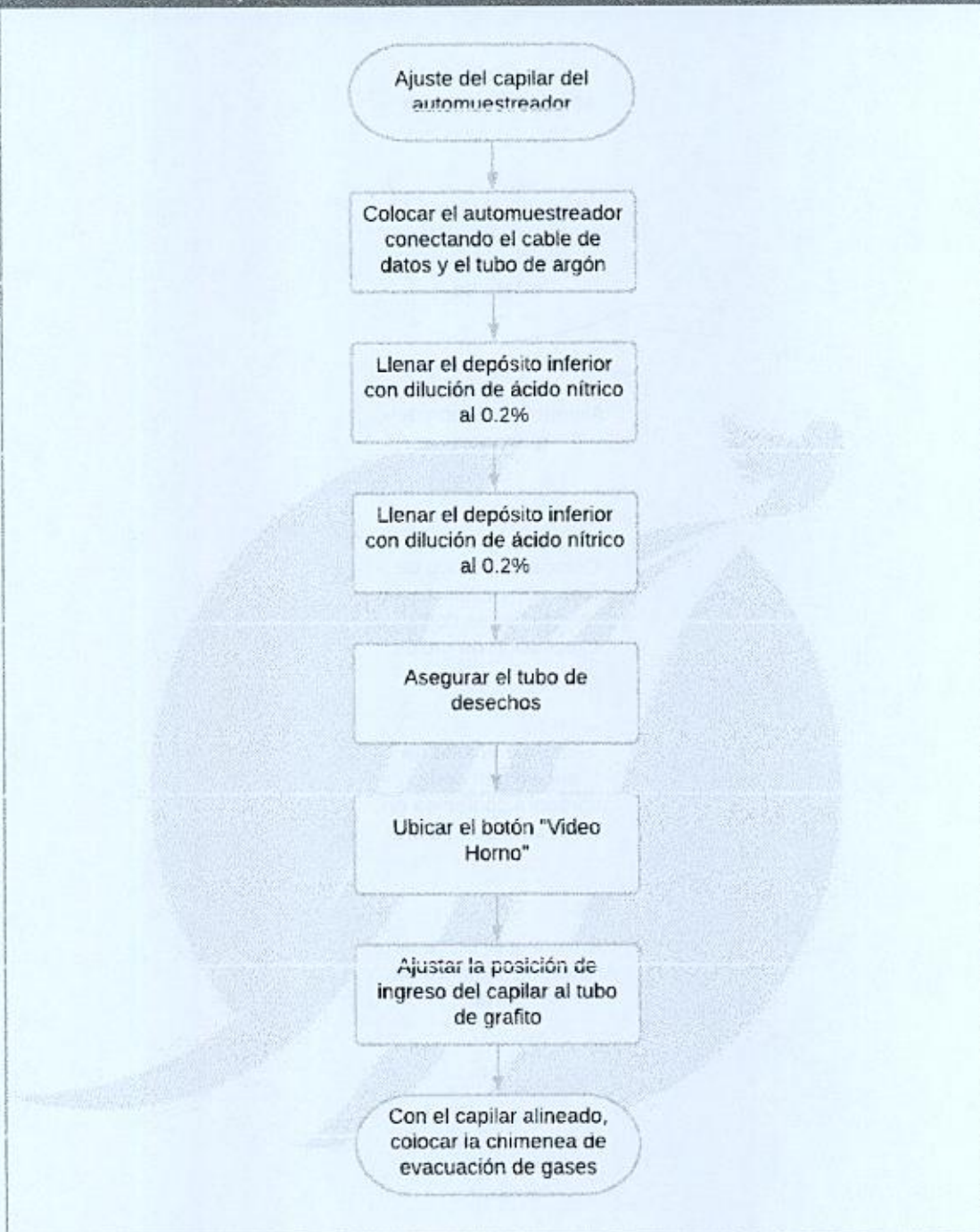
Metales pesados: Preparación del software para la determinación de plomo total en diferidos



**Metales pesados: Optimización de la señal de la lámpara para la
determinación de plomo total en diferidos**



Metales pesados: Ajuste del capilar del automuestreador para la determinación de plomo total en diferidos



Metales pesados: Acondicionamiento del tubo para la determinación de plomo total en diferidos

Acondicionamiento del tubo

Colocar los viales correspondientes

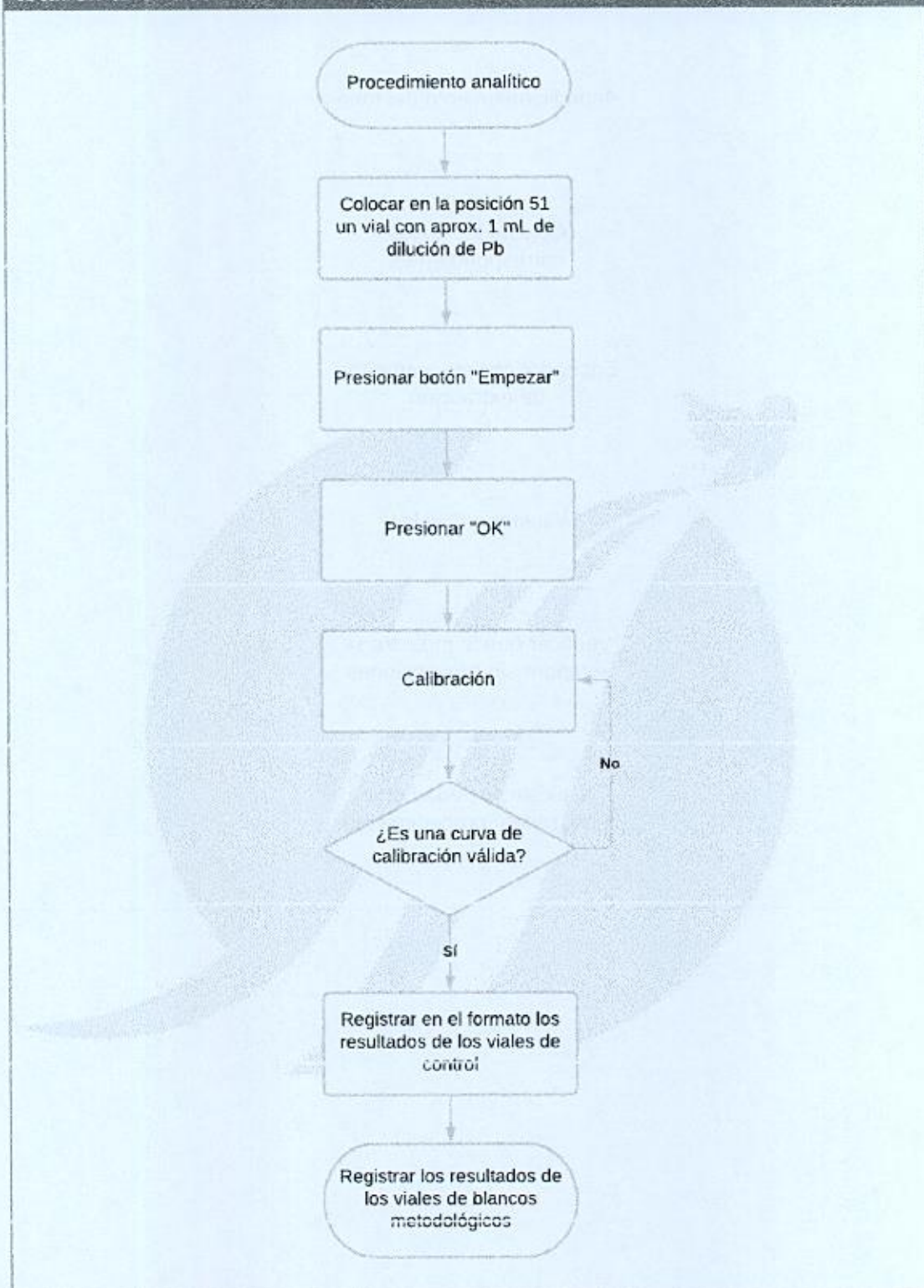
Encender chiller y campana de extracción

Ajustar a 2 ciclos

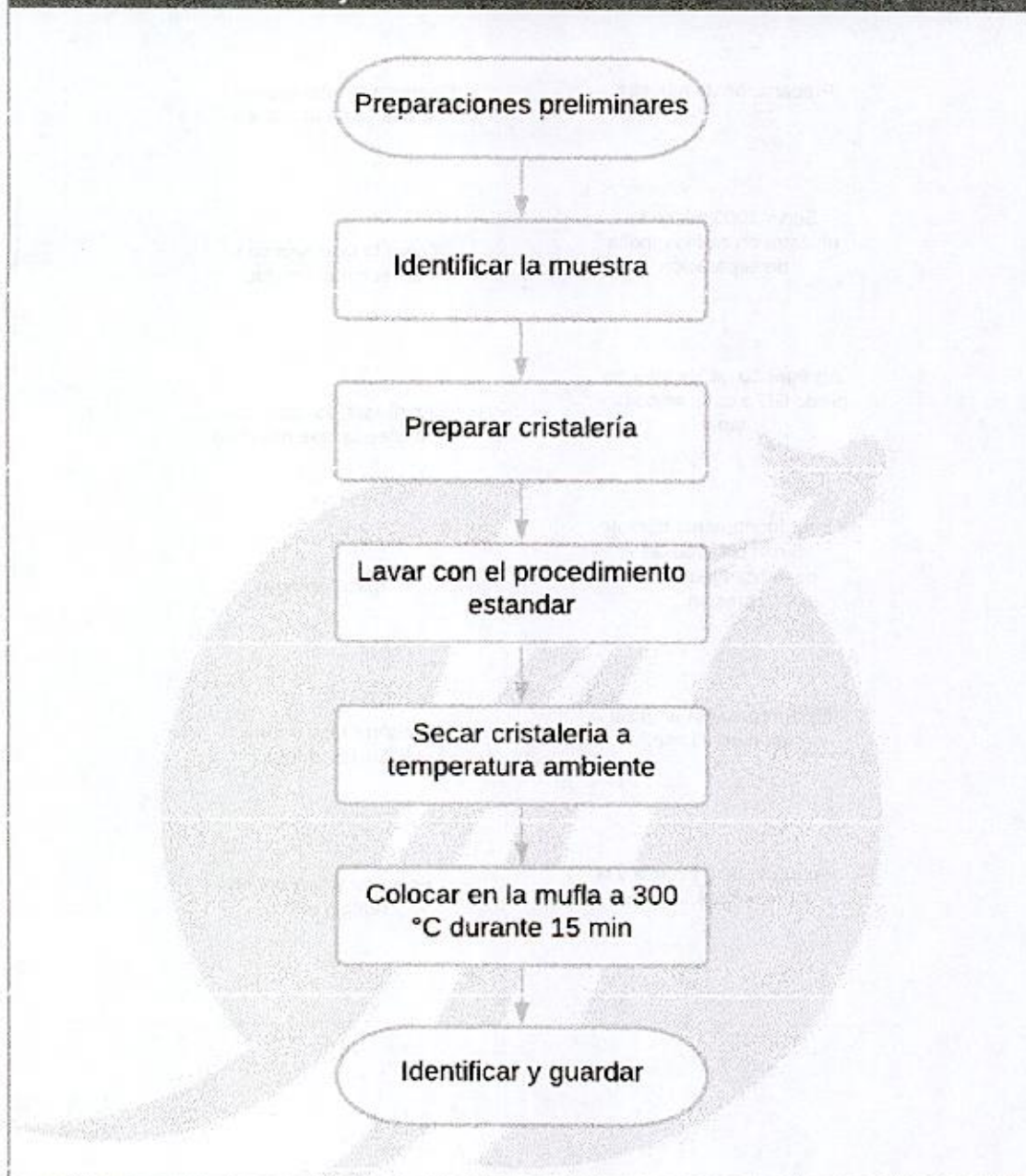
Verificar que la muestra se evapore sin proyecciones

Si existe suciedad en el tubo, repetir procedimiento.

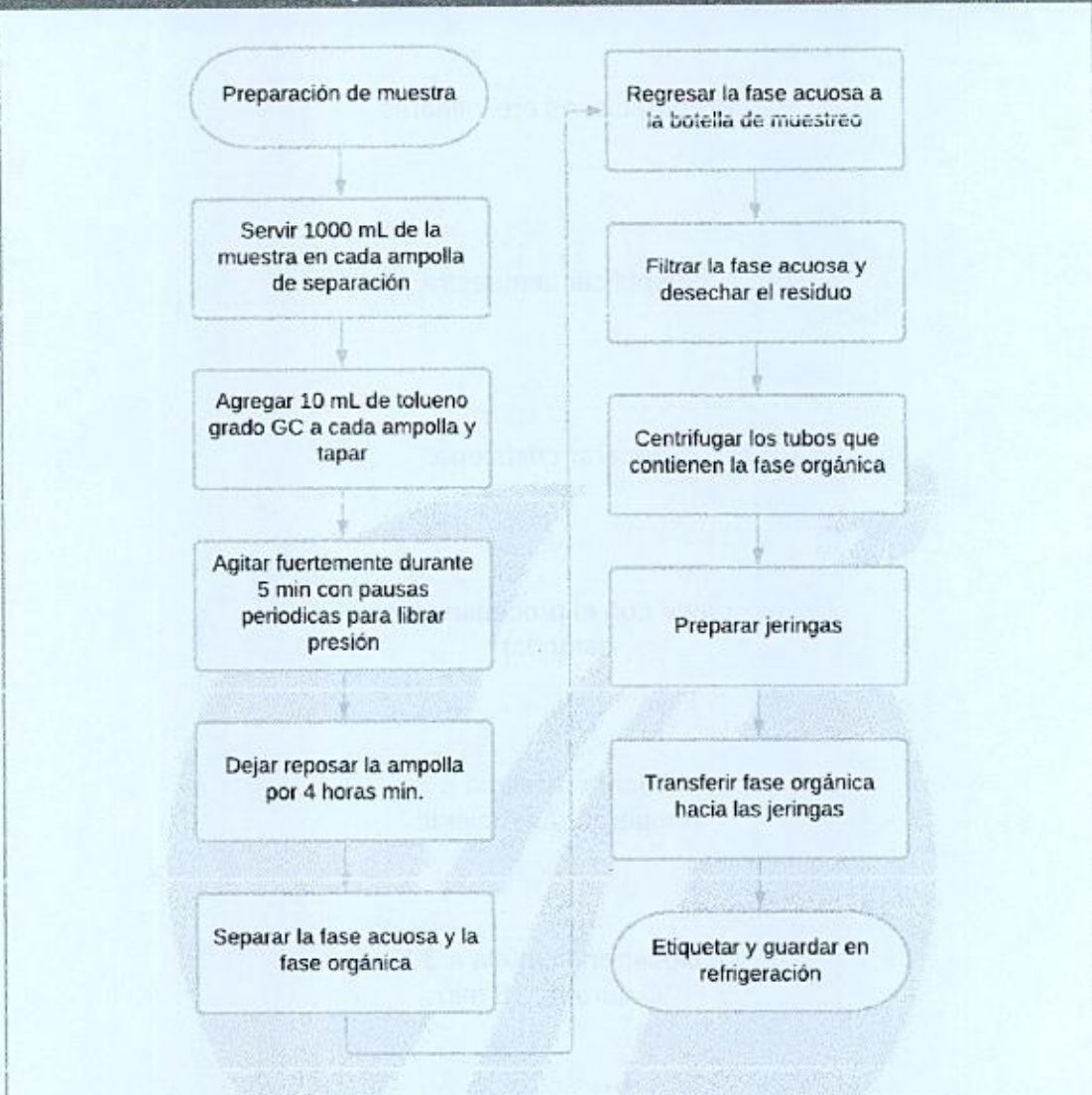
Metales pesados: Procedimiento analítico para la determinación de plomo total en diferidos



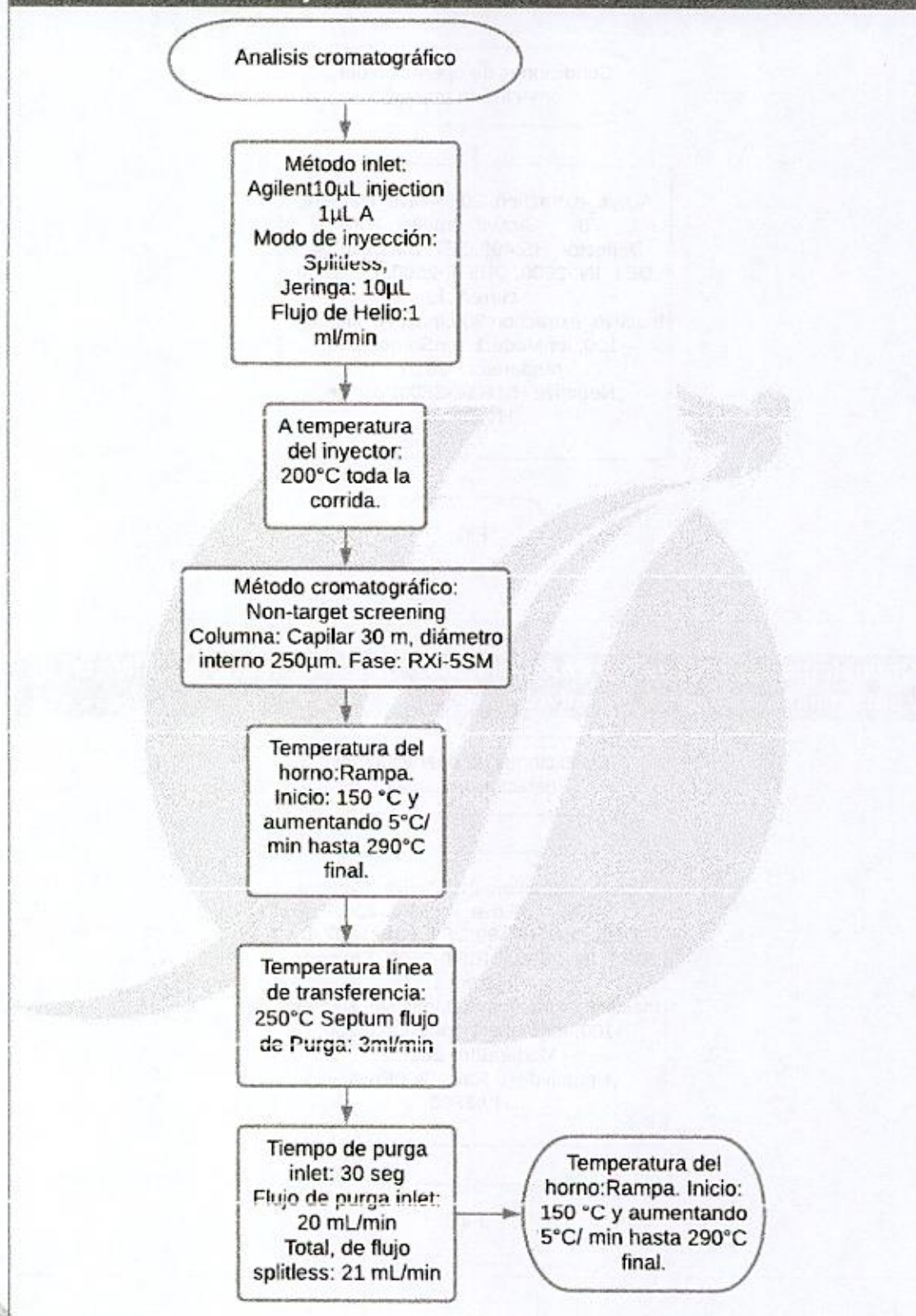
**Cromatografía de gases: Preparaciones preliminares para el análisis de
contaminantes volátiles y semivolátiles**



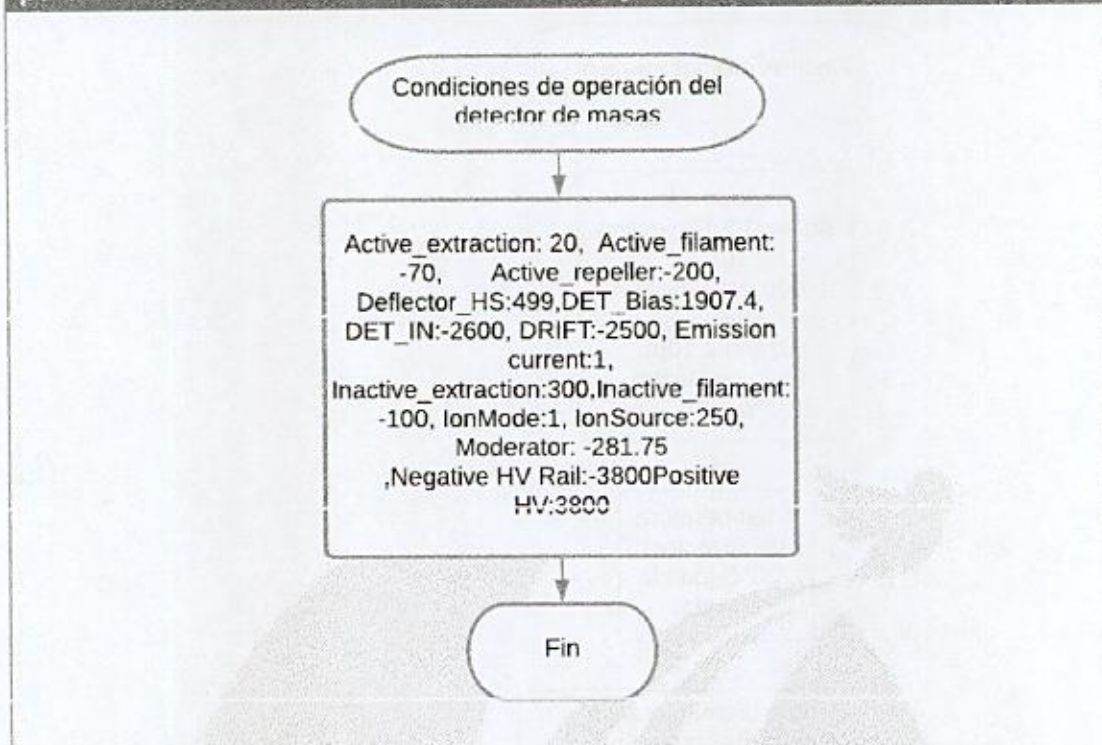
**Cromatografía de gases: Preparación de la muestra para el análisis de
contaminantes volátiles y semivolátiles**



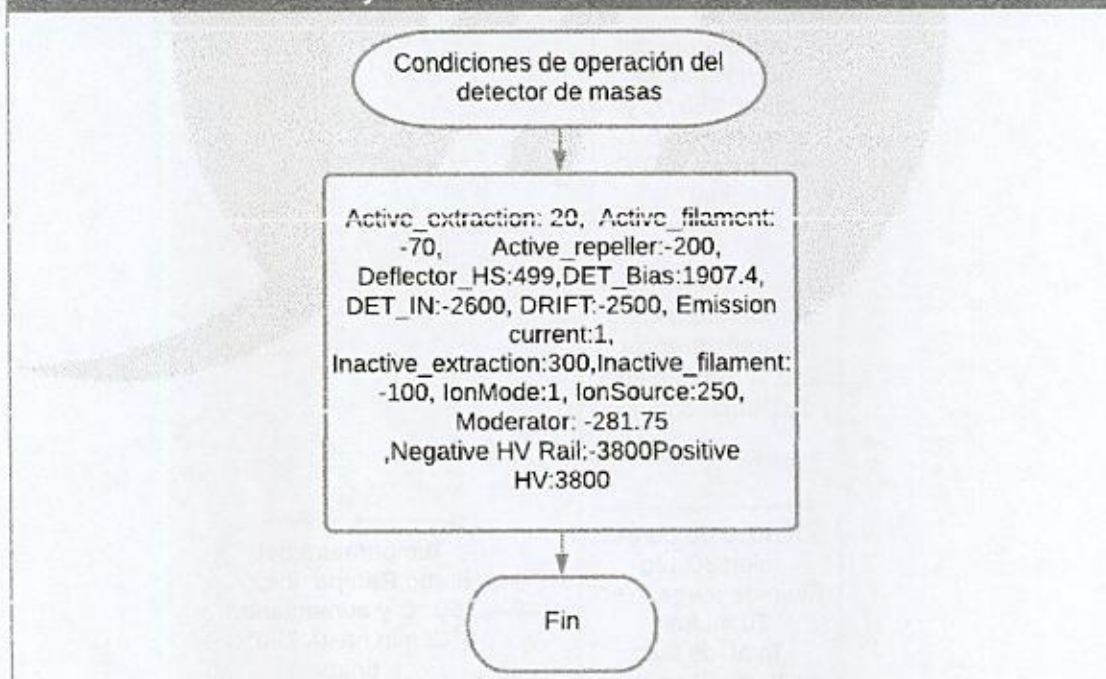
**Cromatografía de gases: Condiciones de operación para el análisis de
contaminantes volátiles y semivolátiles**



Cromatografía de gases: Condiciones de operación del detector de masas para el análisis de contaminantes volátiles y semivolátiles



Cromatografía de gases: Procesamiento de datos para el análisis de contaminantes volátiles y semivolátiles



**Biodiversidad: Verificación preliminar para el establecimiento de hábitats
para la colecta de macroinvertebrados**

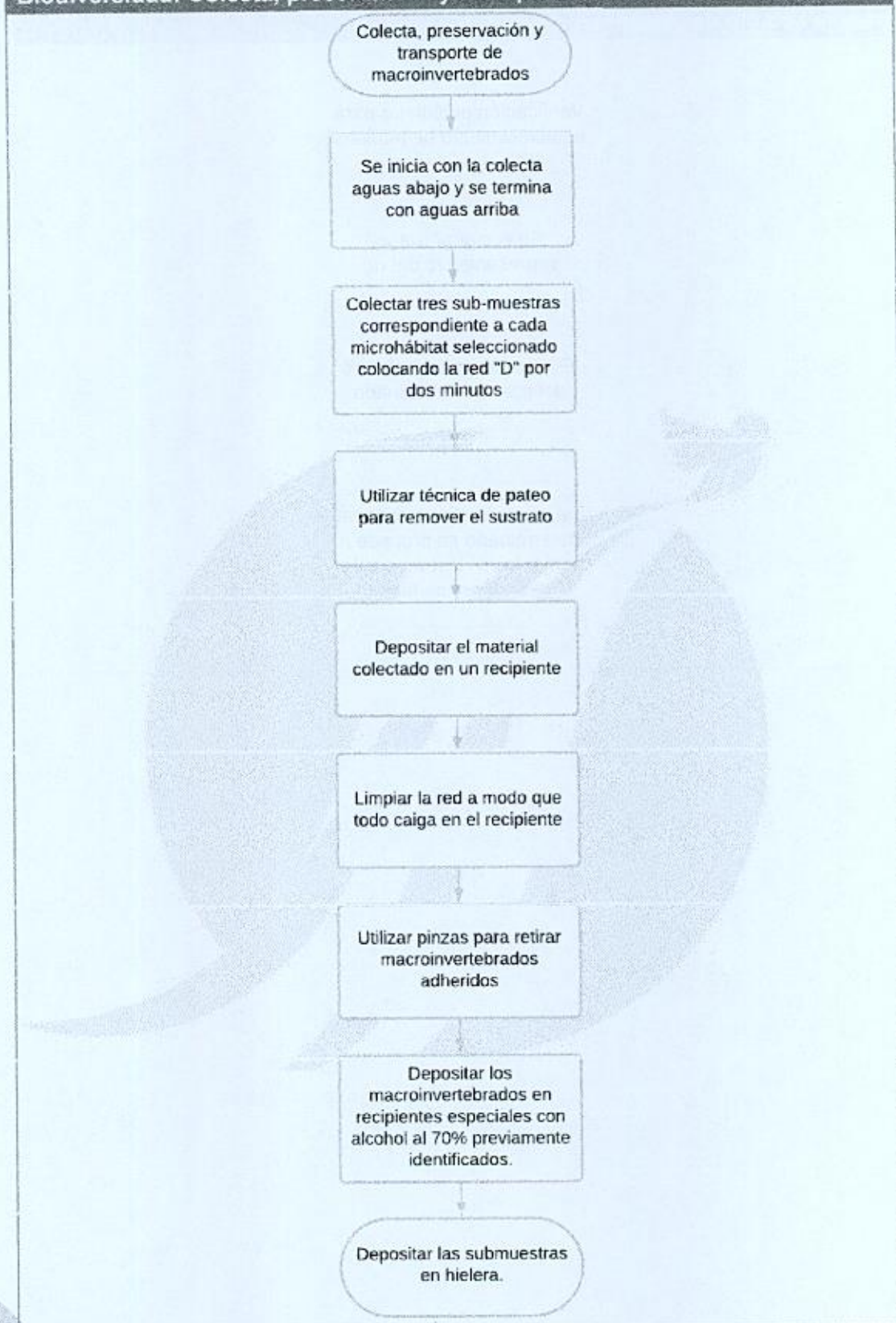
Verificación preliminar para
establecimiento de hábitats

Seleccionar tramo
representativo del río

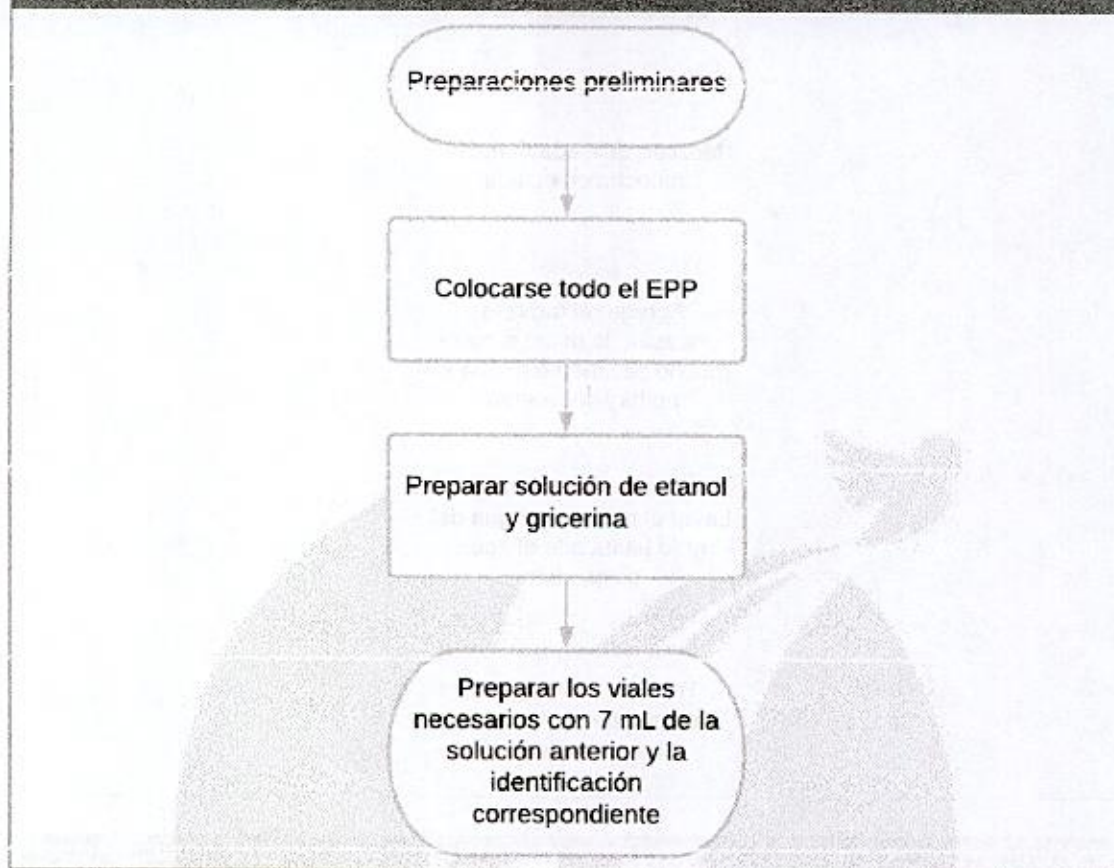
Evaluar los microhábitats
del tramo seleccionado

De acuerdo al microhábitat
determinado se procede a
tomar las muestras con la
red correspondiente

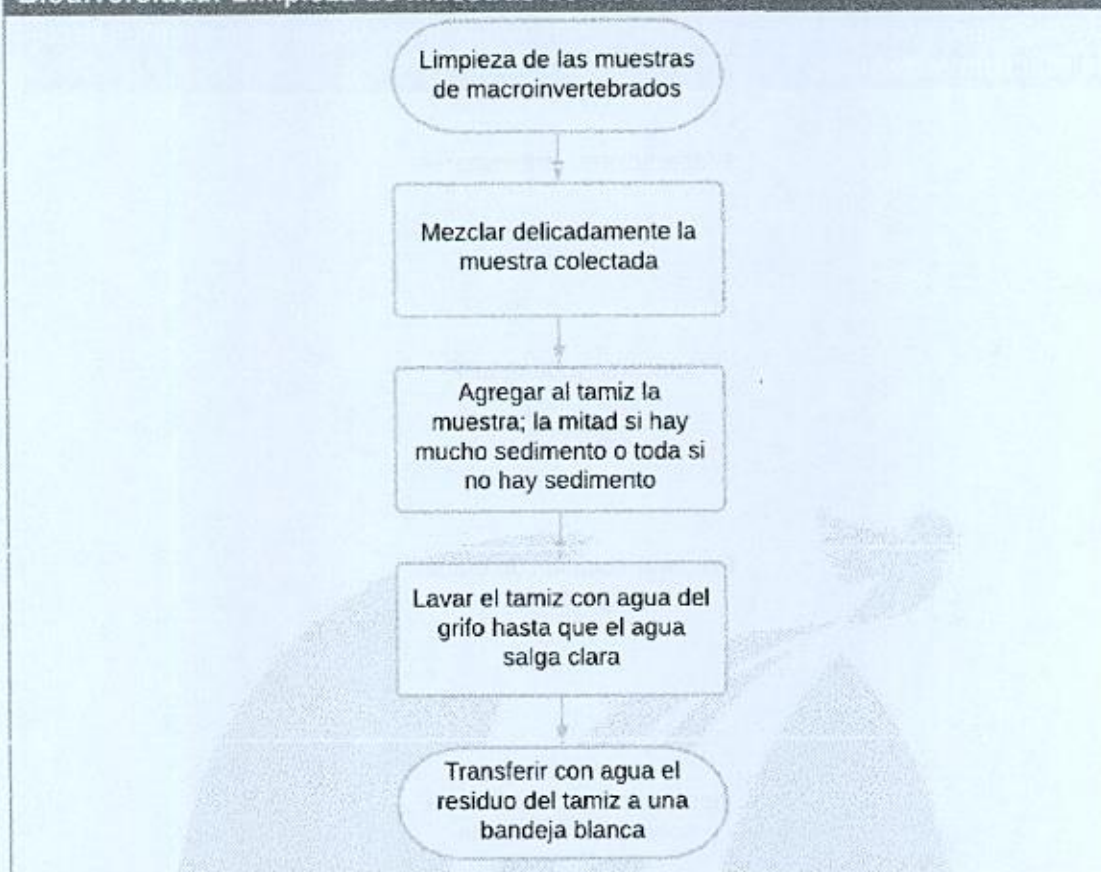
Biodiversidad: Colecta, preservación y transporte de macroinvertebrados



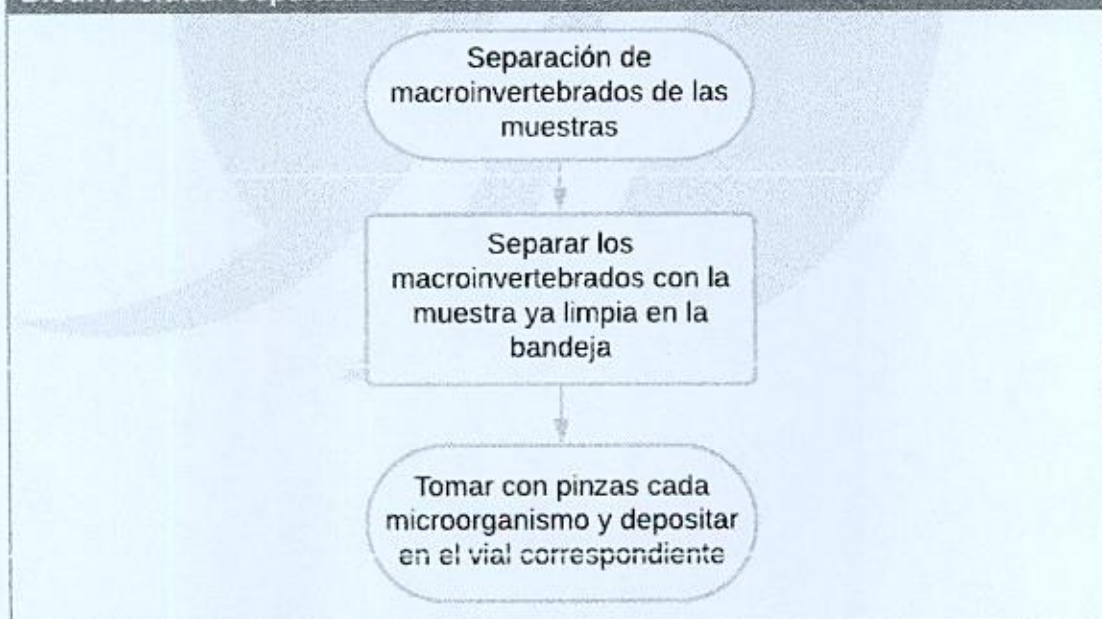
Biodiversidad: Preparaciones preliminares para la limpieza, separación, identificación taxonómica, control de calidad y almacenamiento de muestras de macroinvertebrados



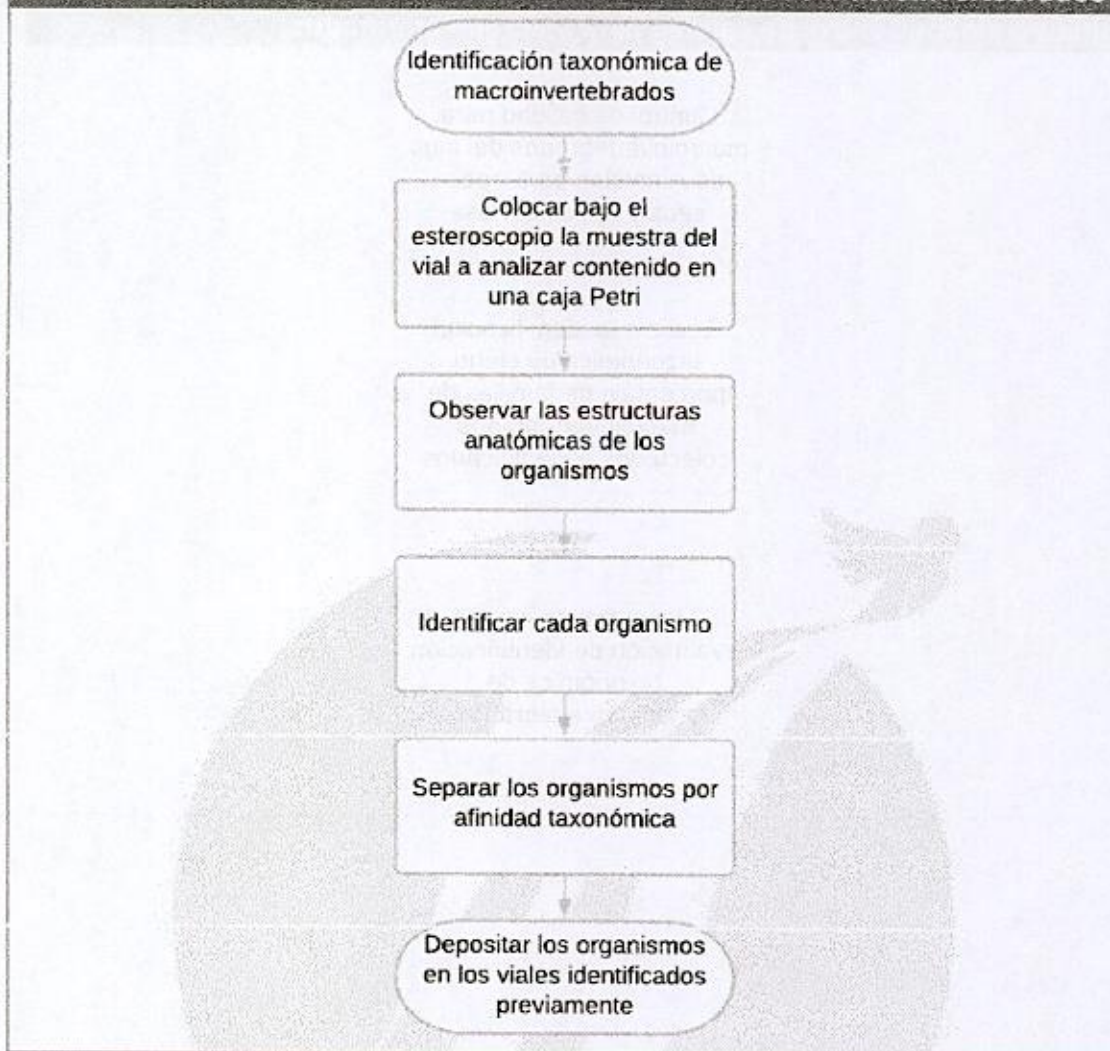
Biodiversidad: Limpieza de muestras de macroinvertebrados



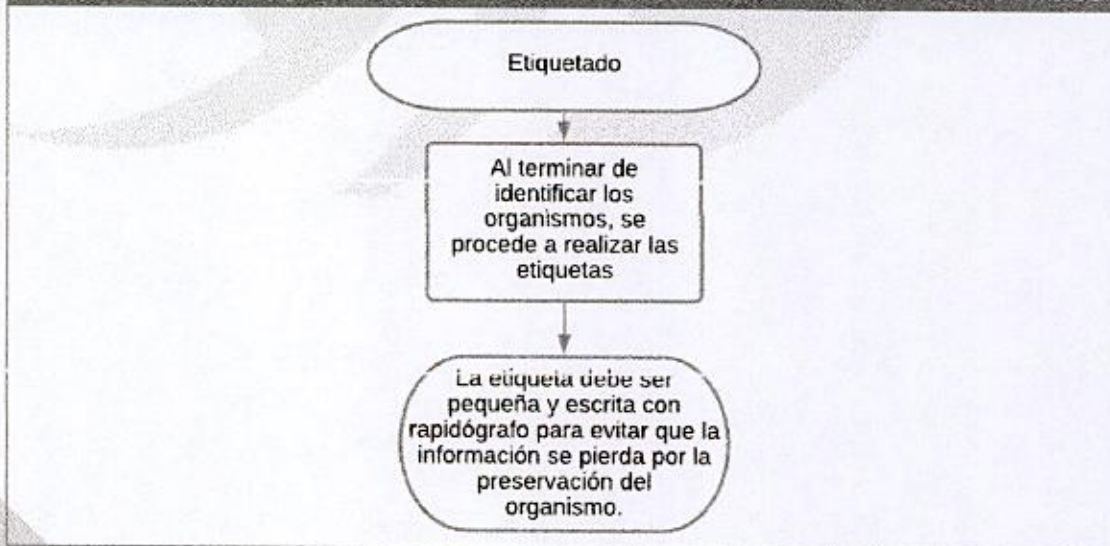
Biodiversidad: Separación de muestras de macroinvertebrados



Biodiversidad: Identificación taxonómica de muestras de macroinvertebrados



Biodiversidad: Identificación taxonómica de muestras de macroinvertebrados



Biodiversidad: Control de calidad para macroinvertebrados

Control de calidad para
macroinvertebrados del lago
de Amatitlán para época
seca y época lluviosa

Realizar la identificación
taxonómica de cierto
porcentaje de familias de
macroinvertebrados
colectados e identificados

Llenar boleta para la
evaluación de identificación
taxonómica de
macroinvertebrados

**Biodiversidad: Preparaciones preliminares para la colecta de muestras de
zooplancton para análisis cuantitativo**

Preparación de recipientes

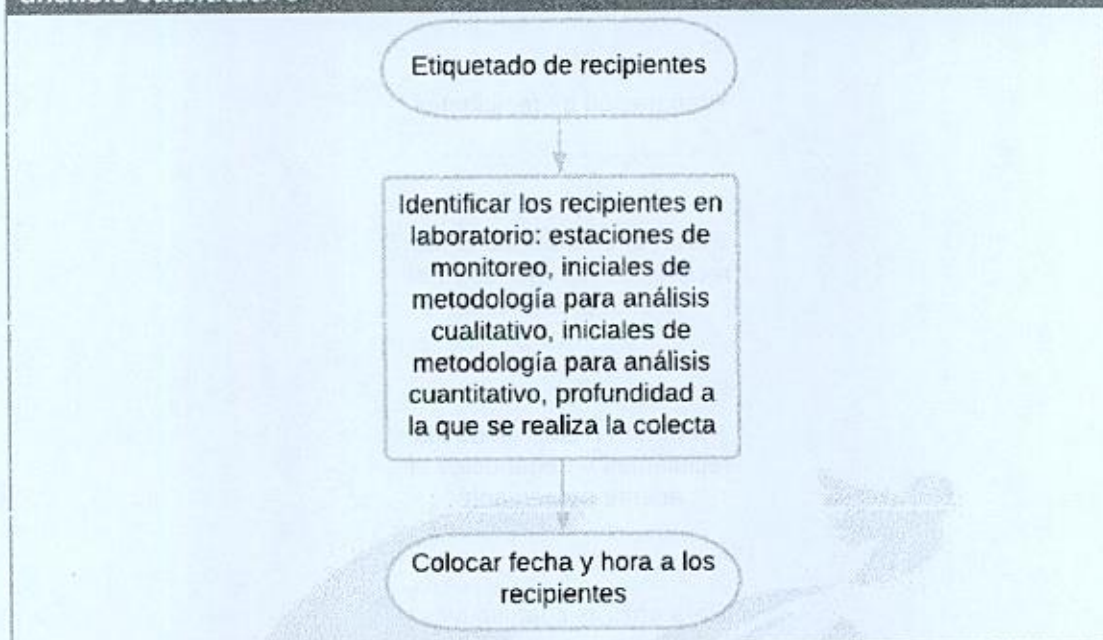
Preparar en laboratorio los
recipientes agregandoles el
agente preservante

Preparar en laboratorio los
recipientes agregandoles el
agente preservante

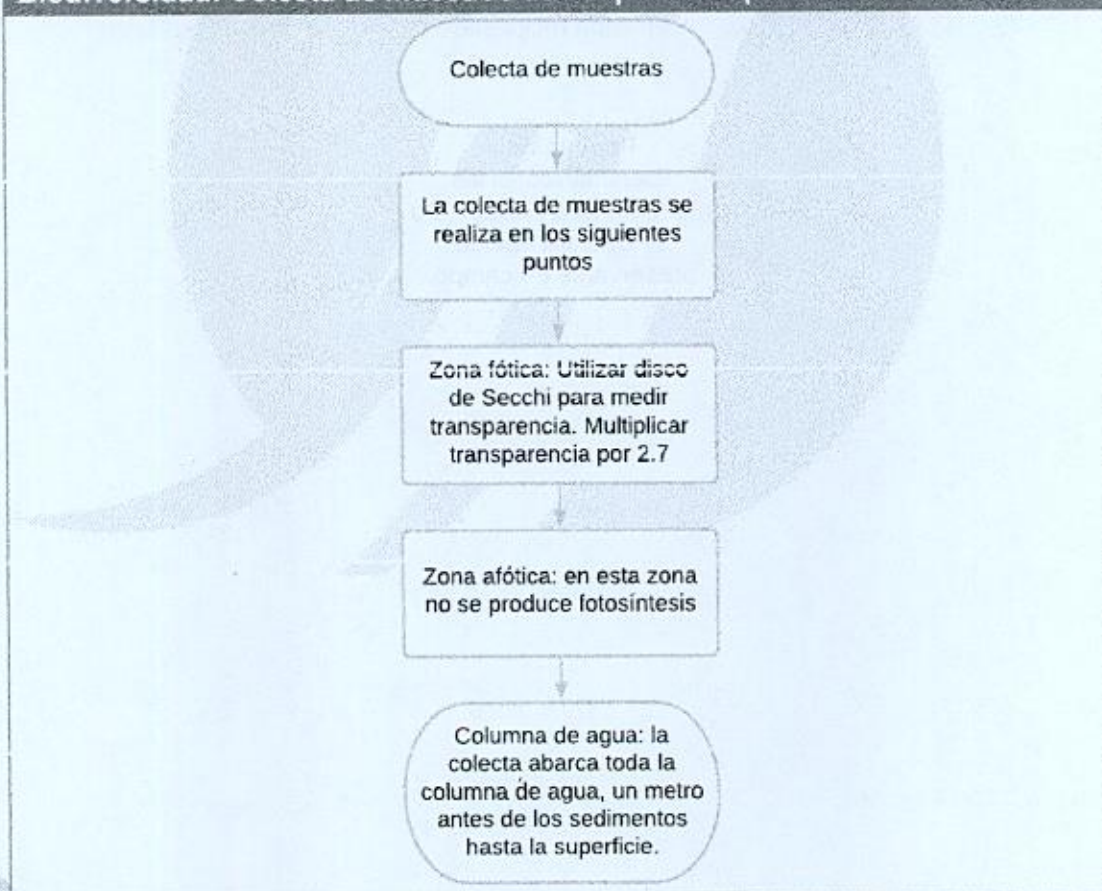
Para análisis cuantitativos,
si las muestras serán
sedimentadas, agregar
36.8 mL de etanol al 95%
en cada recipiente

Para análisis
cuantitativos, si las
muestras son filtradas, no
se utilizará agente
preservante en campo.

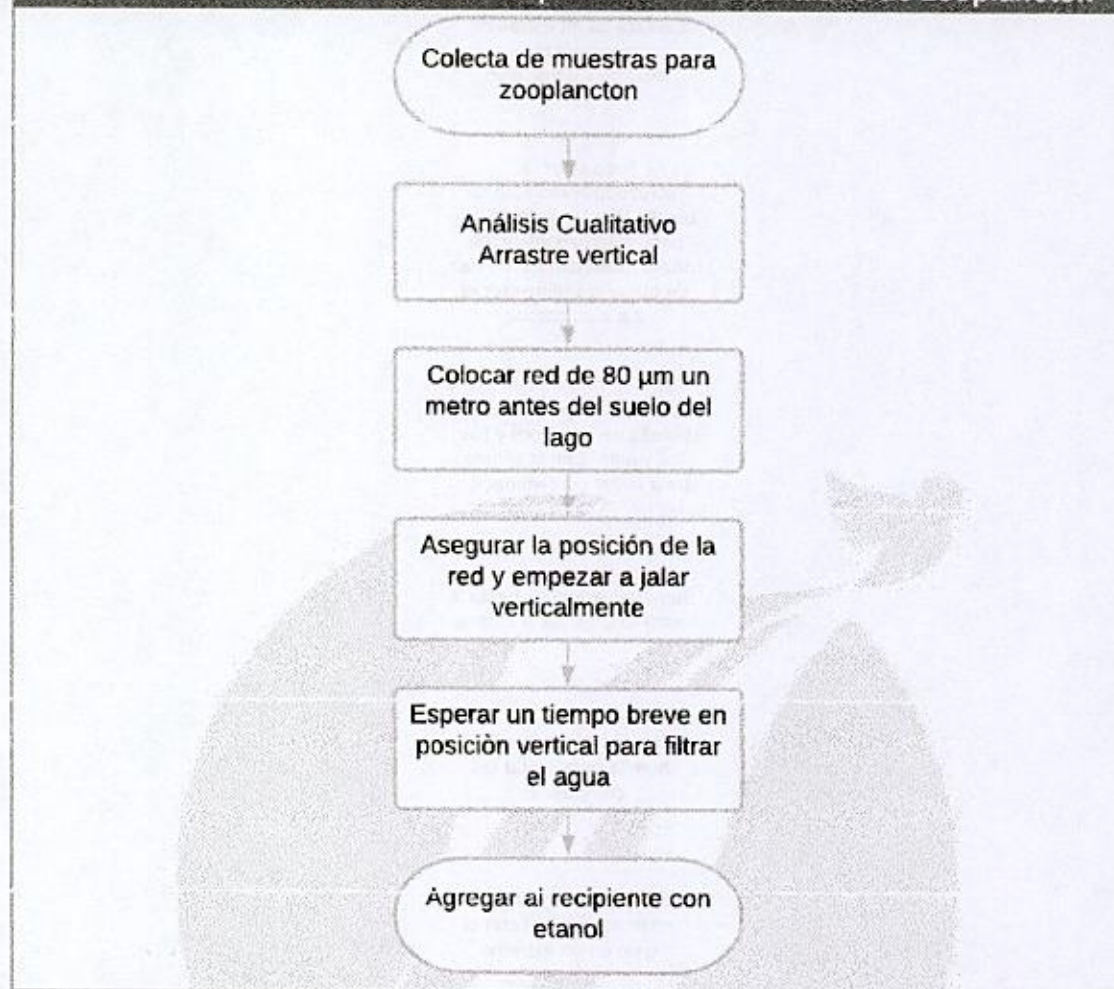
Biodiversidad: Etiquetado para la colecta de muestras de zooplancton para análisis cuantitativo



Biodiversidad: Colecta de muestras de zooplancton para análisis cuantitativo



Biodiversidad: Colecta de muestras para análisis cualitativo de zooplancton



Biodiversidad: Colecta de muestras para análisis cuantitativo de zooplancton

Colecta de muestras de
zooplancton
Análisis Cuantitativo

Para coleccionar
microzooplancton utilizar
botella Van Dorn de 10 L y
para macrozooplancton
utilizar malla con luz de haz
de 80µm o sedimentar el
agua colectada

Abrir las compuertas de la
botella de Van Dorn y fijar
los viajes. Cerrar el grifo
para evitar contaminación

Sumergir la botella hasta la
zona fótica o zona afótica

Liberar el mensajero de la
botella para cerrar las
compuertas

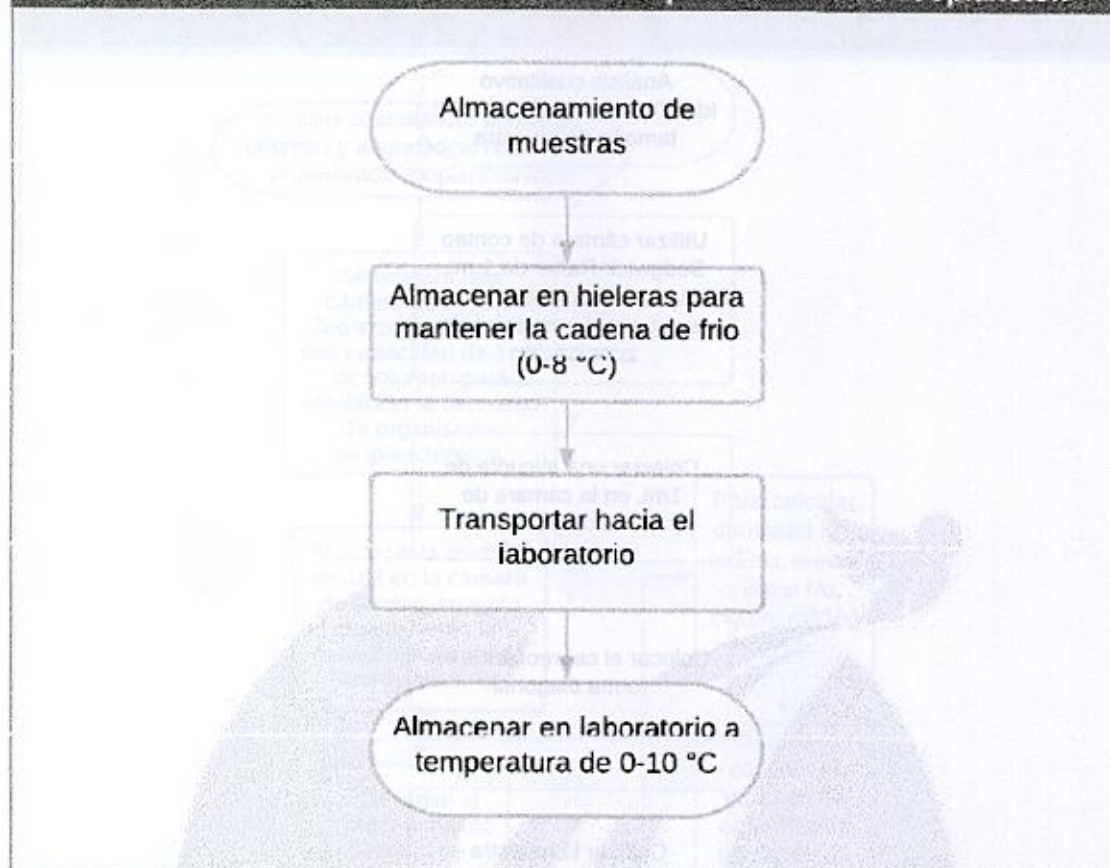
Subir la botella y colocarla
en forma vertical con el
grifo en un extremo

Si las muestras son
filtradas, depositar 1 L de
agua en un recipiente del
mismo volumen para
preservar.

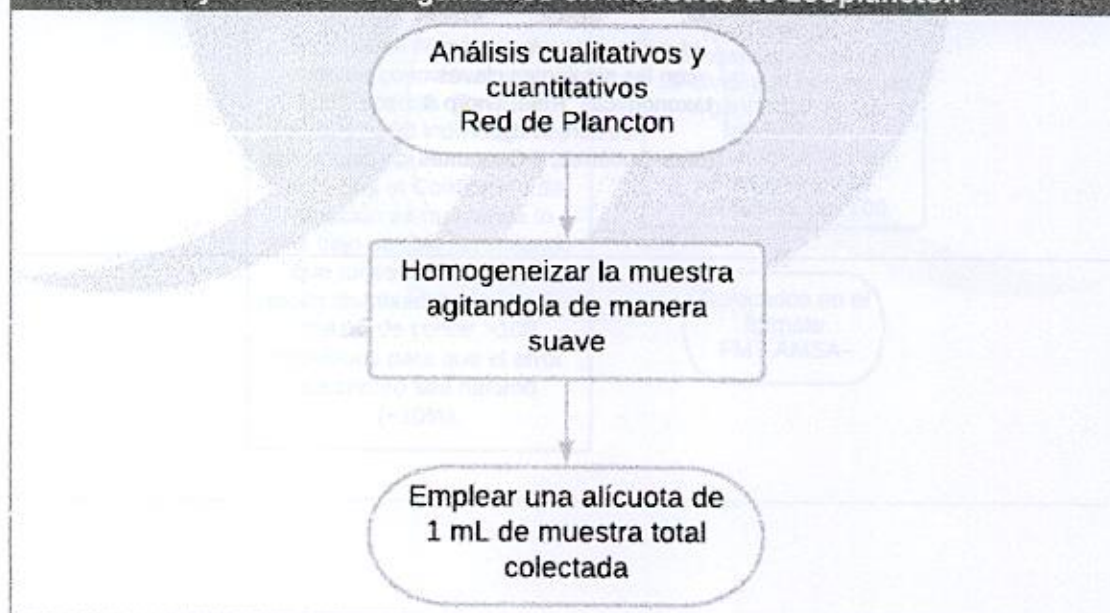
Si las muestras son
sedimentadas, se
depositarán 13.2 mL de
agua en un recipiente de
boca ancha que contenga
etanol

Filtrar y sedimentar en
laboratorio

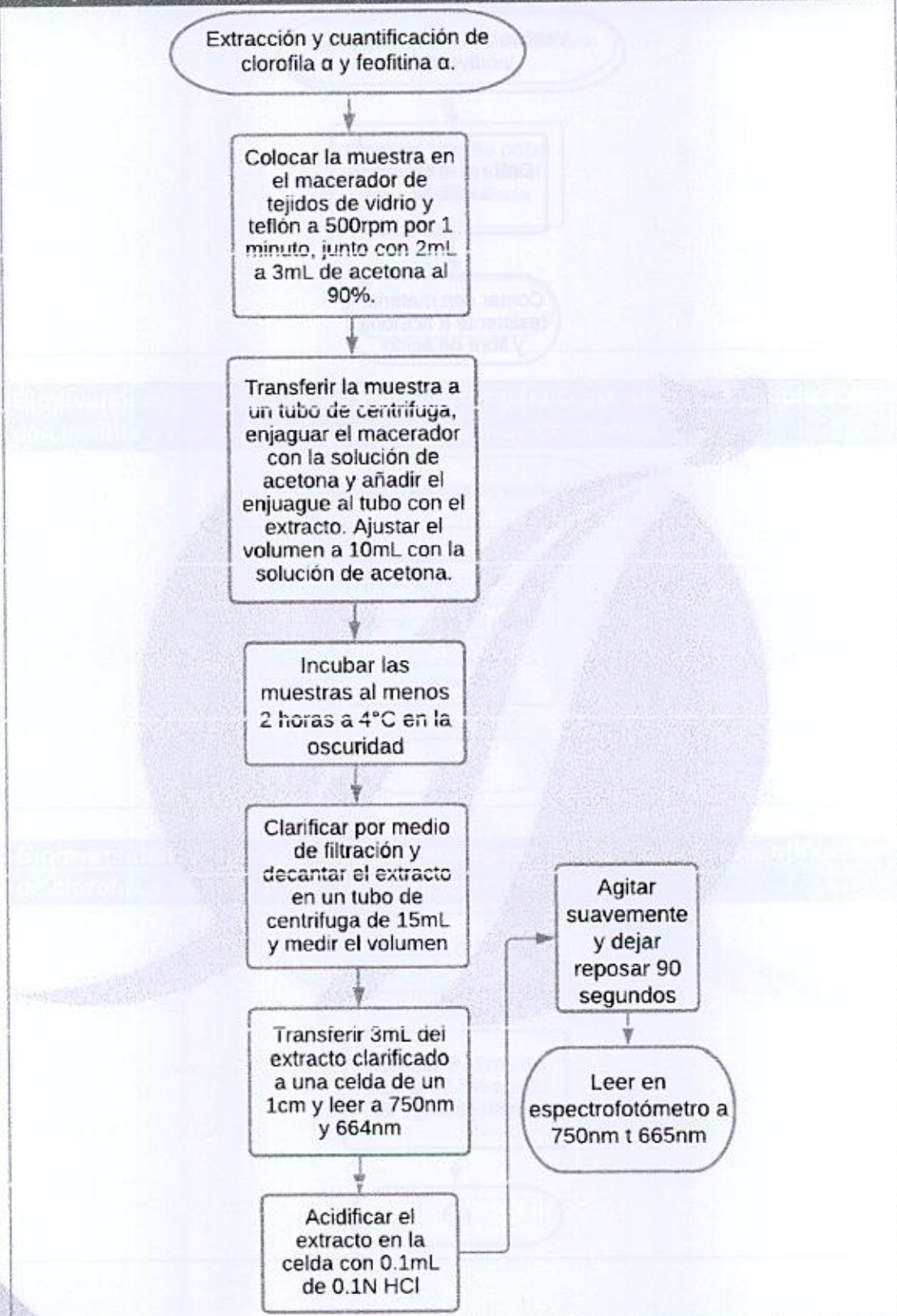
Biodiversidad: Almacenamiento de muestras para análisis de zooplancton



Biodiversidad: Preparaciones preliminares para la identificación taxonómica, abundancia y conteos de organismos en muestras de zooplancton



Biodiversidad: Extracción y cuantificación de clorofila y feofitina α por medio de espectrofotometría



11. DEFINICIONES

11.1. Definiciones

- 11.1.1. Cono Imhoff: Es un recipiente graduado con paredes transparentes de forma cónica, con capacidad para 1 litro.
- 11.1.2. Microhábitats: lugar que reúne las condiciones necesarias para albergar diferentes tipos de macroinvertebrados bénticos; por ejemplo: sitios con vegetación, sitios bajo las piedras, sedimento, lodos y otros. De manera tal, que al agrupar dichos microhábitats se logre localizar una mayor biodiversidad.

11.2. Abreviaturas

- 11.2.1. %: Porcentaje
- 11.2.2. °C: grados Celsius
- 11.2.3. μm : micrómetros
- 11.2.4. As: Arsénico.
- 11.2.5. Cd: Cadmio.
- 11.2.6. CV: Coeficiente de Variación
- 11.2.7. Cr: Cromo.
- 11.2.8. Cu: Cobre.
- 11.2.9. DQO: Demanda química de oxígeno
- 11.2.10. Fe: Hierro.
- 11.2.11. H_2SO_4 : Ácido sulfúrico.
- 11.2.12. HCl: Ácido clorhídrico.
- 11.2.13. HNO_3 : Ácido nítrico.
- 11.2.14. ind: individuo.
- 11.2.15. $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$: Tartrato de antimonil potasio.
- 11.2.16. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$: Persulfato de potasio. h: profundidad.
- 11.2.17. L/s: litros por segundo.
- 11.2.18. M: Molar
- 11.2.19. m^2 : metros cuadrados.
- 11.2.20. m^3 : metro cúbico
- 11.2.21. m^3/s : metros cúbicos por segundo.
- 11.2.22. mg/L: miligramos por Litro, equivalente a ppm.
- 11.2.23. mg: miligramo
- 11.2.24. ml: mililitros
- 11.2.25. mm: milímetros
- 11.2.26. mts/s: metros sobre segundo
- 11.2.27. NaOH: Hidróxido de sodio
- 11.2.28. $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: Molibdato de amonio tetrahidrato
- 11.2.29. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: Fosfato monobásico de amonio.
- 11.2.30. Ni: Níquel.
- 11.2.31. nm: nanómetros



**Autoridad para el Manejo
Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

- 11.2.32.P:** Fósforo
- 11.2.33.Pb:** Plomo.
- 11.2.34.Pd:** Paladio.
- 11.2.35.PO₄:** Ortofosfato, Fosfato
- 11.2.36.ppm:** partes por millón
- 11.2.37.Pt/Co:** Unidades Platino/Cobalto.
- 11.2.38.Q:** caudal.
- 11.2.39.r:** revoluciones
- 11.2.40.t:** tiempo de colecta.
- 11.2.41.UM:** Medida de Esfuerzo de Muestreo
- 11.2.42.v:** velocidad.
- 11.2.43.Zn:** Cinc.

11.3. Siglas

- 11.3.1.** GPS receptor: receptor del sistema de posicionamiento global.
- 11.3.2.** NTU: Unidades Nefelometricas de Turbidez, por sus siglas en inglés Nephelometric Turbidity Units.
- 11.3.3.** SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (Traducción al español: Métodos Estándares para el Análisis de Agua y Agua residual)



Autoridad para el Manejo
**Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

Guatemala, 27 de agosto de 2024

OF-AJ-AMSA-127-2024-FMLC/fmlc

Doctora
Enma Leticia Díaz Lara
Directora Ejecutiva
AMSA
PRESENTE:



Reciba un cordial, deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

De manera atenta me dirijo a usted para dar respuesta al oficio OF-DE-AMSA-918-2024/ ELDL-ejma de fecha 22 de agosto de 2024, a efecto de dar cumplimiento a lo solicitado y trasladar el Acuerdo interno de aprobación para la actualización del Manual de Procedimientos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.

Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente


Lcda. Flor de María López del Cid
Jefa de Asesoría Jurídica
- AMSA -



Km. 22. Ruta al Pacífico
Tel: 6624 1700

www.amsa.gob.gt

Síguenos en



Autoridad del Lago de Amatitlán



Autoridad para el Manejo
**Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

Guatemala, 22 de agosto de 2024
OF-DE-AMSA-918-2024/ELDL-ejma

Licenciada
Flor de Maria Lopez del Cid
Jefa de Asesoría Jurídica
Autoridad para el Manejo Sustentable de la
Cuenca y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Estimada Licenciada Lopez:

Reciba un cordial saludo y deseando éxitos en sus labores cotidianas.

Por este medio se solicita Resolución interna de aprobación para la actualización del Manual de Normas y Procedimientos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, esto con el propósito de contar con nuestros manuales y procedimientos actualizados y vigentes.

Agradeciendo la atención al presente.

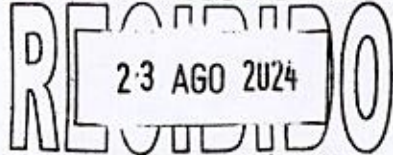
Atentamente,



Ph. D. Enma Leticia Díaz Lara
Directora Ejecutiva
-AMSA-

c.c.
Archivo

AUTORIDAD DEL LAGO DE AMATITLÁN
PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA



ASESORÍA JURÍDICA

Firma: [Signature] Hora: 10:49



Autoridad para el Manejo
**Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**

OF-SDE-AMSA-67-2024/IASS

14 de agosto 2024

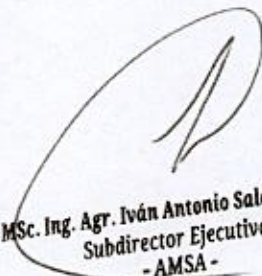
Ph. D. Enma Leticia Díaz Lara
Directora Ejecutiva
Autoridad para el Manejo Sustentable
de la Cuenca y del Lago de Amatitlán

Reciba un cordial y muy atento saludo deseando que todas sus actividades de Alta Dirección se desarrollen con el mayor de los éxitos.

Por este medio me dirijo a usted atentamente, haciendo referencia al oficio OF-DE-AMSA-371-2024-DLDL-ejma girado por dirección Ejecutiva en el cual se instruye que se revise y actualice una serie de normativas o manuales de procesos y procedimientos técnico administrativos y con base al oficio de referencia OF-SDE-AMSA-45-2024/IASS girado por Subdirección Ejecutiva, en el cual se solicita diagnóstico sobre manuales de procesos y procedimientos técnico administrativos de cada división, así mismo que se presente la propuesta de los manuales de normas y procedimientos para operativizar y la ley de Creación decreto 64-96 y su reglamento acuerdo gubernativo 186-99

En tal sentido y como parte de los procesos de revisión de los distintos manuales de normas y procedimientos y dentro de las atribuciones de la Subdirección Ejecutiva artículo 6 de la ley de creación de AMSA esta Subdirección traslada a Dirección Ejecutiva, el borrador de propuesta del Manual de normas procedimientos de la División Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos para que después de haber sido revisado y salvo mejor opinión de Dirección Ejecutiva, dicha propuesta se aprobada para su aplicación.

Sin otro particular respetuosamente


MSc. Ing. Agr. Iván Antonio Salazar Sosa
Subdirector Ejecutivo
-AMSA-



CC. Subdirección Ejecutiva, Unidad de Vigilancia

