

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**“EFICIENCIA DE LAS CONCHAS DE ABANICO COMO MEDIO
FILTRANTE DE UN PROTOTIPO DE FILTRO LENTO EN LA JASS-
SHIRAPAMPA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE
ANCASH - 2017.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO**

Bach. LINCOLN WERNHER AGUILAR OLORTIGA

Asesor: Mag. ELVIS JESUS ESPIRITU ESPIRITU

HUARAZ – ANCASH - PERÚ

AGOSTO - 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA



**“EFICIENCIA DE LAS CONCHAS DE ABANICO COMO MEDIO
FILTRANTE DE UN PROTOTIPO DE FILTRO LENTO EN LA JASS-
SHIRAPAMPA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE
ANCASH - 2017.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO**

Bach. LINCOLN WERNHER AGUILAR OLORTIGA

Asesor: Mag. ELVIS JESUS ESPIRITU ESPIRITU

HUARAZ – ANCASH - PERU

AGOSTO-2020

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL.**

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Aguilar Olortiga Lincoln Wernher

Código de alumno: 05-1150-1-AH Teléfono: 914933230

Correo electrónico: laguilero@unasam.edu.pe DNI: 46262460

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional
 Trabajo Académico Trabajo de Investigación
 Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Título Profesional o Grado obtenido:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

4. Título del trabajo de investigación:

"EFICIENCIA DE LAS CONCHAS DE ABANICO COMO MEDIO FILTRANTE DE UN PROTOTIPO DE FILTRO EN LA
JASS-SHIRAPAMPA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2017"

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

7. Asesor:

Apellidos y nombres: Espiritu Espiritu Elvis Jesus Correo electrónico: eespiritue@unasam.edu.pe

Teléfono: 945331794 N° de DNI: 32661682 ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0848-1449

8. Tipo de acceso al Documento

- Acceso público* al contenido completo.
 Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser llenado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de recepción del documento por el Repositorio Institucional:



Varillas Wilam Eduardo
CORRESPONSABLE
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el auditorium de la FCAM-UNASAM, para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el señor Bachiller: **LINCOLN WERNHER AGUILAR OLORTIGA**.

Tesis Titulada: **“EFICIENCIA DE LAS CONCHAS DE ABANICO COMO MEDIO FILTRANTE DE UN PROTOTIPO DE FILTRO LENTO EN LAS JASS – SHIRAPAMPA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2017”**

En seguida, después de haber atendida la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

..... *Aprobado*

Con el calificativo de:

..... *15 (Quince)*


En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:


INGENIERO SANITARIO

De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, **26** de **Agosto** del 2019.


Ing. Gregorio Santiago Sáenz Pohl
Presidente


MSc. Rosario Adriana Polo Salazar
Secretario


Ing. Nino Franklin Araujo Jamanca
Vocal


Ing. Elvis Jesús Espiritu Espiritu
Asesor

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud a DIOS, mi guía en mi camino y sostén; a mis padres Lincoln y Marina quienes siempre me alentaron y apoyaron, a mis hermanos Karla y Melvin quienes me brindaron su ánimo constante y a mi abuelita Edelmira quien me apoyo económicamente en para el desarrollo de este estudio y así obtener el título de Ingeniero Sanitario.

Lincoln Wernher Aguilar Olortiga.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento va dirigido a:

Mis amigos que me alentaron y apoyaron en el desarrollo de la presente investigación.

A mi asesor el Ing. Elvis Espíritu Espíritu por su tiempo y apoyo en el presente trabajo.

Al administrador de la JASS ubicada en Shirapampa, distrito de Independencia por las facilidades prestadas en cuanto a la instalación de los prototipos y usar el agua cruda de la planta de tratamiento.

Así como a los docentes a quienes debo mi formación profesional.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Lincoln Wernher Aguilar Olortiga, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, declaro que el trabajo académico titulado EFICIENCIA DE LAS CONCHAS DE ABANICO COMO MEDIO FILTRANTE DE UN PROTOTIPO DE FILTRO LENTO EN LA JASS-SHIRAPAMPA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2017 ." presentado en 132 folios, para la obtención del título profesional de ingeniero sanitario, es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresadamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Huaraz, Agosto 2020.



Lincoln Wernher Aguilar Olortiga
DNI: 46262460

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DECLARACION DE AUTORIA	ix
INDICE.....	x
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE TABLAS.....	xvii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPITULO I	1
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 JUSTIFICACION.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 HIPOTESIS.....	4
1.4 VARIABLES.....	4
CAPITULO II.....	6
2. MARCO TEORICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES.....	6
2.2 BASES TEORICAS.....	13
2.3 DEFINICION DE TERMINOS.....	35
CAPITULO III.....	38
3. METODOLOGIA.....	38
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION.....	38
3.2 PLAN DE LA RECOLECCION DE LA INFORMACION Y/O DISEÑO ESTADISTICO.....	40

3.3	INSTRUMENTO DE LA RECOLECCION DE LA INFORMACION.	42
3.4	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS ESTADISTICO DE LA INFORMACION.....	96
	CAPITULO IV.....	97
4.	RESULTADOS.....	97
	CAPITULO V.....	106
5.	DISCUSION.....	106
	CAPITULO VI.....	110
6.	CONCLUSIONES.....	110
	CAPITULO VII.....	111
7.	RECOMENDACIONES.....	111
	CAPITULO VIII.....	112
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	112
	ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Operacionalizacion de Variables	5
Cuadro 2.1 Concentracion de Carbonatos en las Conchas de Abanico.....	29
Cuadro 2.2 Caracteristicas Fisicas de la concha de abanico triturada	31
Cuadro 3.1 Diseño para recoleccion de datos.....	41
Cuadro 3.2 Tecnicas e instrumentos de recoleccion de datos	42
Cuadro 3.3 Frecuencia de recoleccion de datos	43
Cuadro 3.4 Ensayo de permeablilidad de grava de 50mm a 19mm.....	53
Cuadro 3.5 Ensayo de permeablilidad de grava de 19mm a 9.5mm.....	54
Cuadro 3.6 Ensayo de permeablilidad de grava de 9.5mm a 3.0mm.....	55
Cuadro 3.7 Ensayo de permeablilidad de las conchas de abanico.....	56
Cuadro 3.8 Granulometria de las conchas de abanico.....	57
Cuadro 3.9 Parametros de diseño.....	79
Cuadro 3.10 Dimensiones de los prototipos de filtro lento.....	80
Cuadro 3.11 Dimensiones del desarenador a escala.....	80
Cuadro 3.12 Permeabilidad y altura del material filtrante.....	81
Cuadro 3.13 Caudal de diseño para el prototipo de filtros lentos.....	82
Cuadro 3.14 Perdida de carga para el prototipo de filtros lentos.....	83
Cuadro 3.15 Balance de masa de la turbiedad del filtro lento de arena.....	88
Cuadro 3.16 Balance de masa de la turbiedad del filtro lento de conchas de abanico.....	91
Cuadro 3.17 Balance de masa de Solidos totales en suspension del filtro lento de arena	93
Cuadro 3.18 Balance de masa de Solidos totales en suspension del filtro lento de conchas de abanico	94
Cuadro 3.19 Caudal puntual del prototipo de filtro lento de conchas de abanico..	96

Cuadro 3.20 Periodos del proyecto de investigacion.....	96
Cuadro 4.1 Parametros de analisis del agua a la entrada del prototipo de filtro lento de conchas de abanico	98
Cuadro 4.2 Parametros de analisis del agua a la salida del prototipo de filtro lento de conchas de abanico	99
Cuadro 4.3 Eficiencia promedio de las conchas de abanico en la filtracion	105

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 <i>Puntos de Toma de Muestra</i>	44
Fotografía 3.2 Grava de 19 milímetros a 50 milímetros.....	48
Fotografía 3.3 Grava de 9.5 milímetros a 19 milímetros.....	48
Fotografía 3.4 Grava de 3.0 milímetros a 9.5 milímetros.....	49
Fotografía 3.5 Cantera de las conchas de abanico.....	50
Fotografía 3.6 Recojo de las conchas de abanico de la cantera.....	50
Fotografía 3.7 Lavado de las Conchas de Abanico.....	51
Fotografía 3.8 Piedra pomez para filtrar el agua.....	52
Fotografía 3.9 Bureta para medir el agua a filtrar.....	52
Fotografía 3.10 Permeámetro para realizar el ensayo de laboratorio.....	52
Fotografía 3.11 Accesorios para la conducción del agua cruda.....	59
Fotografía 3.12 Conducción del agua cruda.....	60
Fotografía 3.13 Desarenador a escala.....	61
Fotografía 3.14 Desarenador a escala instalado en los prototipos de filtro lento..	61
Fotografía 3.15 Sistema repartidor de caudal de los prototipos de filtro lento.....	63
Fotografía 3.16 Tubería de 8 pulgadas para el cuerpo de los filtros lentos.....	64
Fotografía 3.17 Accesorios para la instalación.....	64
Fotografía 3.18 Transiciones de ½” PVC.....	64
Fotografía 3.19 Tees PVC de ½”.....	65
Fotografía 3.20 Válvulas de PVC de ½”.....	65
Fotografía 3.21 Tubería de ½” PVC.....	65
Fotografía 3.22 Cintas de teflon.....	66
Fotografía 3.23 Empaquetaduras de jebe de ¾”.....	66

Fotografía 3.24 Punto de salida de agua filtrada.....	66
Fotografía 3.25 Instalacion de los niples en los prototipos de filtro lento	67
Fotografía 3.26 Instalacion de valvulas en el punto de salida de agua filtrada	68
Fotografía 3.27 Punto de ingreso a los prototipos de filtro lento	68
Fotografía 3.28 Prototipo parcialmente terminado	69
Fotografía 3.29 Traslado de los prototipos y del material filtrante a la JASS-Shirapampa	70
Fotografía 3.30 Instalacion de los prototipos de filtro lento en la JASS-Shirapampa	71
Fotografía 3.31 Asesoría durante el proceso de instalacion.....	71
Fotografía 3.32 Altura del cuerpo del portotipo de filtro lento	72
Fotografía 3.33 Instalacion de la grava como medio soporte	73
Fotografía 3.34 Instalacion de la grava soporte de 50 mm a 19 mm	73
Fotografía 3.35 Grava lavada de 19mm a 9.5mm	74
Fotografía 3.36 Instalacion de grava soporte de 19mm a 9.5mm	75
Fotografía 3.37 Altura de la grava de 19mm a 9.5mm	75
Fotografía 3.38 Grava lavada de 9.5mm a 3mm	76
Fotografía 3.39 Instalacion de grava soporte de 9.5mm a 3mm	76
Fotografía 3.40 Altura de la grava de 9.5mm a 3mm	77
Fotografía 3.41 Conchas de abanico molida	77
Fotografía 3.42 Instalacion de la concha de abanico molida en el prototipo de filtro	78
Fotografía 3.43 Frascos de muestras de agua cruda y filtrada	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Ubicación geografica de la zona de estudio en Ancash	11
Figura N° 2.2: Ubicación geografica de la zona de estudio en Huaraz	12
Figura N° 2.3: Permeámetro.....	24
Figura N° 2.4: Macroestructura de un Bivalvo	27
Figura N° 2.5: Microestructura de las Conchas de abanico.....	29
Figura N° 2.6: Conchas de Abanico con materia organica	30
Figura N° 2.7: Proceso de trituracion y tamizado	30
Figura N° 3.1: Etapas del proceso de investigacion	45
Figura N° 3.2: Prototipos de filtro lento.....	47
Figura N° 3.3: Granulometria de las conchas de abanico	58
Figura N° 3.4: Puntos de muestreo de los prototipos de filtro lento.....	84
Figura N° 4.1: Variacion de la turbidez durante la filtracion.....	100
Figura N° 4.2: Variacion de la turbidez respecto a un limite permisible a la salida del filtro lento de conchas de abanico	101
Figura N° 4.3: Eficiencia de la remocion de turbidez del portotipo de filtro lento de conchas de abanico	102
Figura N° 4.4: Variacion de los solidos en suspension durante la filtracion	103
Figura N° 4.5: Eficiencia de la remocion de solidos en suspension del prototipo de filtro lento de conchas de abanico	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 <i>Límites Maximos Permisibles de Carga Organoléptica</i>	16
Tabla 2.2 Ensayo de analisis granulometrico de la LEMC en la Universidad de Piura.....	31
Tabla 2.3 Muestra de referencia de agregado fino.....	32

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo para filtrar el agua procedente del río Casca del centro poblado de Shirapampa ubicado en la Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. El estudio estuvo comprendido por etapas de: Diseño del prototipo, selección de materiales de soporte, acondicionamiento y análisis de granulometría, permeabilidad y uniformidad de las conchas de abanico como medio de filtración y luego la realización de la filtración y cálculo de la eficiencia de las conchas de abanico mediante la medición de la remoción de turbidez y sólidos en suspensión del agua tanto a la entrada y salida del prototipo. Los resultados mostraron que las conchas de abanico se caracterizaron por tener 0.000112 cm/s de permeabilidad, 0.24mm de tamaño de partícula y 1.59 de coeficiente de uniformidad. Luego de 17 semanas de ensayos, los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos en suspensión del agua al entrar y salir del prototipo de filtro lento de conchas de abanico, en promedio variaron de 104.94UNT, 17.1°C, 7.03 y 138.82mg/L a 6.77UNT, 21.1°C, 8.01 y 9.23mg/L respectivamente. Finalmente, las conchas de abanico con 77.34% y 73.23% de eficiencia para remover la turbidez y sólidos en suspensión del agua, demostró tener mayor eficiencia que el lecho de arena cuya valor fue de 72.15% y 67.39%.

Palabra clave: Conchas de abanico, medio filtrante, filtro lento.

ABSTRACT

This research aimed to determine the efficiency of fan shells as a filter medium of a prototype to filter water from the Casca River of the populated center of Shirapampa located in Huaraz Province, Ancash Department. The study included stages of: Prototype design, selection of support materials, conditioning and analysis of granulometry, permeability and uniformity of fan shells as a means of filtration and then the realization of filtration and calculating the efficiency of fan shells by measuring the removal of turbidity and suspended solids of water both at the inlet and exit of the prototype. The results showed that fan shells were characterized by 0.000112 cm/s permeability, 0.24mm particle size and 1.59 uniformity coefficient. After 17 weeks of testing, the turbidity, temperature, pH and suspended solids levels of water when entering and exiting the prototype slow filter of fan shells, on average ranged from 104.94UNT, 17.1oC, 7.03 and 138.82mg/L to 6.77UNT, 21.1oC, 8.01 and 9.23mg/L respectively. Finally, fan shells with 77.34% and 73.23% efficiency to remove turbidity and suspended solids from water, proved to have greater efficiency than the sand bed whose efficiency was 72.15% and 67.39%.

Keywords: Fan shells, filter media, slow filter.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del procedimiento del tratamiento del agua para consumo humano en las zonas rurales en el Perú, como una unidad dentro del sistema se viene empleando la tecnología de los filtros lentos a base de arena como material filtrante para conseguir la remoción de los contaminantes del agua como son: turbiedad, color, coliformes termotolerantes, coliformes fecales, huevos de parásitos sin embargo estos presentan ciertas limitaciones en el grado de tratamiento del agua ya que luego del tratamiento se requiere del sistema de desinfección, además cabe indicar que a la fecha se viene presentando un problema con los desperdicios de valvas de concha de abanico generada por las industrias dedicadas a la producción y/o venta de conchas de abanico en el mercado interno y externo, estos desechos van a parar a las playas del país, sobre todo en la bahía de Sechura, Isla Lobos de Tierra, Isla Blanca, Bahía de Samanco, Los Chimus, Las Salinas, Guaynuma, Tortugas, Bahía Independencia, Bahía de Paracas, Lagunillas, Isla San Lorenzo, Isla El Frontón y los bancos en la zona de Casma, generando un impacto ambiental, en las playas mencionadas.

Por ende, ante este panorama en la presente investigación se orientó al estudio de la eficiencia de las valvas de concha de abanico molidas como medio filtrante y contribuir con darle un uso benéfico para la sociedad y el medio ambiente.

A fin de realizar la comparación de los parámetros analizados del agua filtrada del filtro lento de conchas de abanico respecto al reglamento de calidad del agua potable, respetando los parámetros de diseño que sugiere el Reglamento Nacional de Edificaciones referente a la altura y granulometría del material filtrante.

El lugar donde se instalarán será en la planta de tratamiento de agua potable de la JASS-Shirapampa, ubicado en el distrito de Independencia, Provincia de Huaraz.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de conocer la eficiencia de las conchas de abanico al ser usado como material filtrante en el tratamiento de agua para de esta manera se contribuya a dar solución a los problemas que presenta la JASS Shirapampa, como es la calidad de agua potable, mediante el uso de las conchas de abanico como medio filtrante. Como efecto se estaría dando valor agregado a un recurso marino considerado como desechos y que normalmente ocasiona contaminación del suelo y agua de diferentes fuentes.

1.1.1 Justificación Social

El desarrollo de la tesis permitirá mejorar la eficiencia de los filtros convencionales al cambiar el material filtrante por conchas de abanico molidas, a fin de mejorar la calidad del agua filtrada por esta unidad, y a la vez mejorar el proceso del tratamiento del agua, por ende esto tendrá una repercusión directa en la salud no solo en la población del ámbito de la JASS Shirapampa (Distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash) sino en donde se disponga esta tecnología, ya que se busca la reducción de enfermedades de origen hídrico en las personas, sobre todo en aquellas que disponen de escasos recursos económicos.

1.1.2 Justificación Económica

Es necesario mencionar que el consumo de agua potable de mala calidad tendrá una repercusión negativa en la salud de las personas generando gastos imprevistos en la familia, además de generar horas hombre pérdidas, impactando de forma negativa la economía familiar sobre todo en las zonas rurales. Además, el cambio del material filtrante de los filtros lentos de arena por valvas de concha de abanico molida, representa el uso de un material que no demanda mayores costos al ser abundantes en la costa peruana resaltando su sostenibilidad de esta forma se busca que este sistema no demande

mayor inversión en cuanto a su construcción, implementación, actividades de operación y mantenimiento, sobre todo empleando recursos de nuestra zona que garanticen su óptima funcionalidad.

1.1.3 Justificación Ambiental

La investigación a desarrollar, emplea como material filtrante las conchas de abanico molidas que por ende aportara de manera positiva a la descontaminación de las playas del país sobre todo en la bahía de Sechura, Isla Lobos de Tierra, Isla Blanca, Bahía de Samanco, Los Chimus, Las Salinas, Guaynuma, Tortugas, Bahía Independencia, Bahía de Paracas, Lagunillas, Isla San Lorenzo, Isla El Frontón, y los bancos en la zona de Casma. De esta manera, se presenta la alternativa de dar valor agregado a las conchas de abanico y evitar la contaminación.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de un filtro lento en la JASS Shirapampa, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos en la entrada del prototipo de filtro lento de conchas de abanico.
- Determinar los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos en la salida del prototipo de filtro lento de conchas de abanico.
- Determinar la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante mediante los cálculos de remoción de turbidez y sólidos en la entrada y salida del prototipo comparado con los límites máximos permisibles para las plantas de tratamiento de agua potable.

1.3. HIPÓTESIS

Ho. La eficiencia que tienen las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de filtro lento en el tratamiento de agua potable de la JASS Shirapampa en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz departamento de Ancash son mayores al 70%.

Ha: La eficiencia que tienen las conchas de abanico eficientes como medio filtrante de un prototipo de filtro lento en el tratamiento de agua potable de la JASS Shirapampa en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz departamento de Ancash son menores al 70%.

1.4. VARIABLES

La presente tesis pretende explicar pre experimentalmente y en función a teoría la hipótesis planteada, las variables e indicadores han sido clasificadas en el siguiente orden:

1.4.1. Variable de Caracterización

Tipo de Medio Filtrante:

- Filtro de Conchas de abanico

1.4.2. Variable de Interés

Eficiencia de conchas de abanico en la filtración (%) en términos de:

- Turbidez (ESFT)
- Sólidos en Suspensión (ESFSS).

1.4.3 Operacionalización de variables

Cuadro 1.1 Operacionalización de Variables

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Valores finales	Tipos de variables
Variable de caracterización (Independiente)	Tipo de Medio Filtrante	Cualquier material capaz de remover la mayor cantidad posible de partículas suspendidas y contaminantes para producir una buena calidad de agua.	Son diversos materiales como de arena y conchas de abanico con tamaño efectivo, coeficiente de permeabilidad y coeficiente de uniformidad acorde a estándares que permiten el paso del fluido y retener sólidos y/o contaminantes.	Medio filtrante	- Conchas de abanico	nominal
Variable de interés (Dependiente)	Eficiencia del medio filtrante	Eficiencia es la medición de la calidad de filtración expresado en porcentaje, que permite evaluar cuanto de los contaminantes han sido retenidos	Es el porcentaje de remoción de turbiedad y sólidos en suspensión que reciban los sistema de filtración diseñados y elaborados usando como medios filtrantes arena y conchas de abanico, es calculado considerando la turbiedad y sólidos en suspensión en el agua no filtrada y filtrada.	%	0 - 100	Continua

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Realidad Problemática

Un suministro fiable de agua inocua desempeña una función importante en la prevención de enfermedades, especialmente porque facilita la higiene personal, doméstica y de los alimentos. En el Perú existen importantes problemas de abastecimiento de agua potable, sobre todo dando énfasis en la calidad de la misma es un problema álgido. Aunque el uso de filtros biológicos es una técnica muy antigua y empleada, lo que la hace atractiva, en la actualidad, es la utilización de nuevos materiales que reemplazan a los usados en los medios granulares tradicionales, mejorando así su competencia frente a otras alternativas de tratamiento.

Las variaciones que podrían hacerse al proceso evidencian un tema poco explorado a nivel mundial constituyéndose en un estudio novedoso. La filtración lenta en arena es una tecnología apropiada para la potabilización del agua en zonas en donde la mano de obra calificada es escasa, costosa y en donde se tiene la disponibilidad de grandes áreas para la instalación de estos sistemas. La tecnología propuesta basada en la construcción de tecnologías antiguas, como es el caso de los filtros lentos; cuando se sobrepasa los 30 UNT estas unidades de tratamiento ya no cumplen su objetivo a cabalidad. Las unidades de filtros rápidos y lentos están compuestas de arena con una granulometría establecida según las tasas de la trata o percolación del agua cruda.

Para la ciudad de Huaraz al igual que distintas ciudades, presenta muchas necesidades en cuanto a la mejora de la calidad de vida de su población, buscando solucionar la problemática de la población por contar con un

mejor servicio de agua apta para el consumo humano. Contar con agua potable es muy importante, siendo fundamental para la salud, la supervivencia, el crecimiento y el desarrollo. La importancia del agua potable para la salud es tan evidente, que presenta el riesgo de que se presuponga su disponibilidad. Los esfuerzos por evitar fallecimientos por enfermedades diarreicas o por reducir la carga de morbilidad de enfermedades como la ascariosis, la dracunculosis, la anquilostomiasis, la esquistosomiasis y el tracoma están condenados a fracasar si las personas no tienen acceso a fuentes de agua potable.

La responsabilidad de mejorar este servicio recae en los gobiernos municipales o en la entidad prestadora de los servicios básicos de agua potable y alcantarillado, las cuales tienen la finalidad de asegurar la salud y el nivel socioeconómico de los ciudadanos, están encargadas de la captación, producción y distribución de agua potable.

En nuestro caso de estudio el organismo que cumple con estas funciones es la JASS Shirapampa, el cual es una asociación encargada de prestar los servicios de saneamiento en un centro poblado del ámbito rural. Pero esta asociación actualmente no cumple con su responsabilidad en beneficio de la salud pública, presentando problemas como tener un filtro sin operar, no realiza el correspondiente tratamiento del agua, distribuye agua solo entubada que muchas veces se muestra en la turbiedad que tiene, lo cual evidencia que no realiza la respectiva purificación del agua de acuerdo a las normativas, para que pueda ser apta para el consumo de la población afectando directamente en su salud.

Por tal razón, la investigación desarrollada busca resolver esta problemática a través de las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de filtro lento en la planta de tratamiento de agua potable de la JASS Shirapampa, repercutiendo en la calidad de agua potable que podrá ofrecer a la población, que requiera de este servicio tan necesario. Asimismo, el

material utilizado, como son las conchas de abanico tiene una gran capacidad de absorción de sustancias dañinas, entre su composición cuenta con carbonato de calcio que lo hace ideal para tratar aguas de PH baja y un factor favorable es su gran abundancia en las costas peruanas, donde las empresas que se dedican a la extracción de este producto, desechan los residuos generando contaminación. Por ello se hace ideal para la investigación el uso de este material tanto por sus propiedades y poderle dar un mejor uso contribuyendo con la disminución de la contaminación.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Lerma (2012) en su tesis denominado “Filtros cerámicos, una alternativa de agua segura realizada en la zona rural del departamento de Risaralda – Colombia”, donde precisa que los filtros cerámicos son una alternativa de tratamiento de agua al proporcionar filtración y desinfección, la filtración directa o sea sin floculación ni sedimentación puede remover 99.7% (2.7 logs) para *Cryptosporidium* y 99.95% (3.5 logs) *Giardia* ya que sus tamaños oscilan entre: *Giardia* 10 a 15 μm *Cryptosporidium* 2 a 7 μm (Arbolleda, 2006), pero los poros de las vasijas que conforman los filtros cerámicos tienen un tamaño entre 0.6 y 0.3 μm (Lantagne, 2001), pero construir un medio filtrante con poros tan pequeños disminuye ostensiblemente la tasa de infiltración, por lo tanto la sola filtración no es suficiente, por lo que se recomienda la utilización de un desinfectante, tal como se muestra en los análisis a las muestra control, donde se encontraron remanentes de coliformes totales y fecales, pero que se eliminaron hasta 5 log con filtros impregnados plata coloidal.

Vicente (2013) en su investigación titulada: “Mejoramiento del carbón activado contaminado en el tratamiento de agua potable”, realizada en la empresa INTEROC-CUSTER ubicada en el cantón Joya de los Sachas,

provincia de Orellana –Ecuador, precisó que la calidad del agua para el uso en procesos ha llevado a implementar técnicas de eliminación de sustancias contaminantes no polares presentes en el agua, es así que una de las etapas de purificación es la filtración usando carbón activado fino y granular, este material es utilizado gracias a su gran adsorción superficial, pero debido a la saturación de los poros con sustancias contaminantes debe ser sustituido periódicamente para mantener parámetros aceptables en la calidad del agua tratada. Normalmente los cartuchos de carbón activado agotado en el Ecuador son desechados como basura común por los usuarios. El filtro saturado con impurezas puede ser regenerado para su posterior uso en el proceso, para esto es necesario implantar técnicas de mejoramiento de sitios activos del carbón activado fino y granular, para luego lograr reutilizar estos filtros en el tratamiento de aguas para captar sustancias no polares en sus poros. Las técnicas para la producción del carbón activado son múltiples, una de la más común es la activación por vía térmica.

Bastidas (2012) en su tesis denominado “Diseño de un filtro con piroclastos finos para la purificación del agua de la comunidad de San Francisco (Baños – Tungurahua) de la provincia de Tungurahua – Ecuador”. Este trabajo tiene el objetivo de diseñar un filtro utilizando piroclastos con un tamaño menor de dos centímetros provenientes del Volcán Tungurahua, con la finalidad de mejorar la calidad del agua de la vertiente de la comunidad de San Francisco. Se realizaron ensayos de filtración a nivel de laboratorio en un bidón de 8 litros, empacándose el material filtrante a diferentes alturas 5, 10 y 15 cm. Se determinaron dos caudales de salida del filtro ($Q_1 = 0.32$ y $Q_2 = 0.04$) a distintas aberturas de la válvula para el afinamiento del mismo. Se determinó que el piroclasto empleado permitió una considerable disminución en la cantidad de sólidos suspendidos en el agua de la vertiente, con una eficiencia del 55% mejorando la calidad del agua con relación al agua no filtrada. Se concluye que el agua de la

vertiente de San Francisco no solo requiere un filtro de piroclastos, sino la implementación de una cámara de arena antes del filtro y finalmente un proceso químico como la cloración, para que sea apta para el consumo humano.

Gualteros y Chacón (2015), en su estudio de la eficiencia de lecho filtrante a base de piedra grande grava, arena gruesa y tubería de PVC para la potabilización de agua proveniente de una quebrada, lograron alcanzar en promedio remover la turbidez y los sólidos en suspensión con eficiencia de 83.2 y 99% respectivamente.

2.1.3 Antecedentes Nacionales

Barrientos y otros (2012) en su tesis titulada “Purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de Kuychiro – Cusco-Perú”, donde se precisa que la utilización de filtros lentos de arena en la purificación del agua para su consumo es factible, puesto que se ha comprobado mediante los análisis realizados (microbiológico) que los niveles de contaminación bajaron en un porcentaje considerable de 80,91% en remoción de Coliformes Totales y en un 67,39% en Coliformes Termotolerantes. El módulo del Filtro Lento de Arena ha permitido obtener la cantidad de agua descontaminada de 282, 53 litros durante 12 horas, contando con una caudal del afluente 1,2 l/s. Los resultados obtenidos satisfacen al problema planteado más corroborando con la encuesta realizada en la Comunidad de Kuychiro. Este proyecto de investigación permitió el desarrollo y avance de la ciencia en el campo de la tecnología, asimismo nos permitió cumplir las expectativas esperadas.

Trabajos Previos

Cotrina et al., (2019), durante el tratamiento de aguas residuales domesticas mediante un sistema de biofiltro a base de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el poblado de San Andrés de Huacar, Distrito de Paccho – Huaura, lograron reducir en un 56.17%, los Sólidos Suspendedos Totales.

2.14 Ámbito de estudio

El estudio estuvo limitado al Centro Poblado de Huacrajirca, distrito Independencia, provincia de Huaraz y departamento Ancash, con altitud de 3244 msnm.

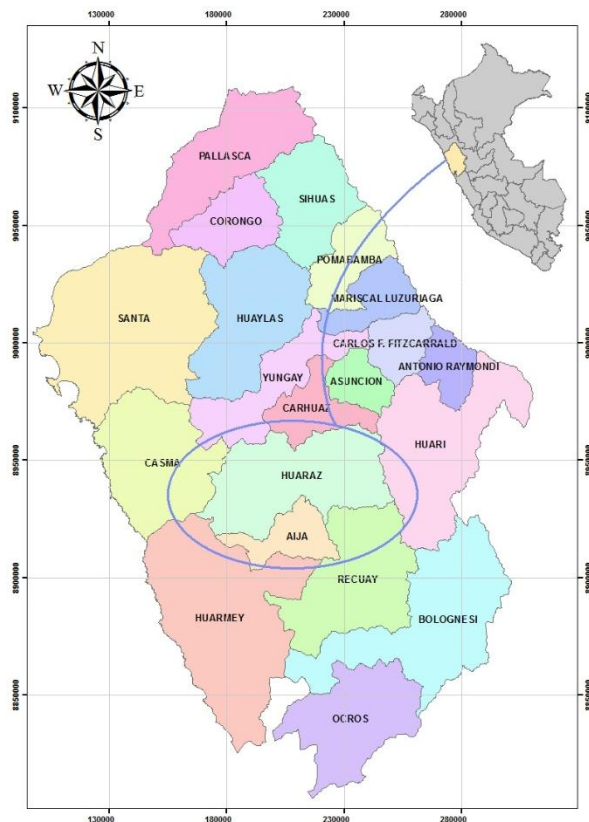


Figura 2.1 Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio en Ancash

Fuente: Google Maps, 2017.

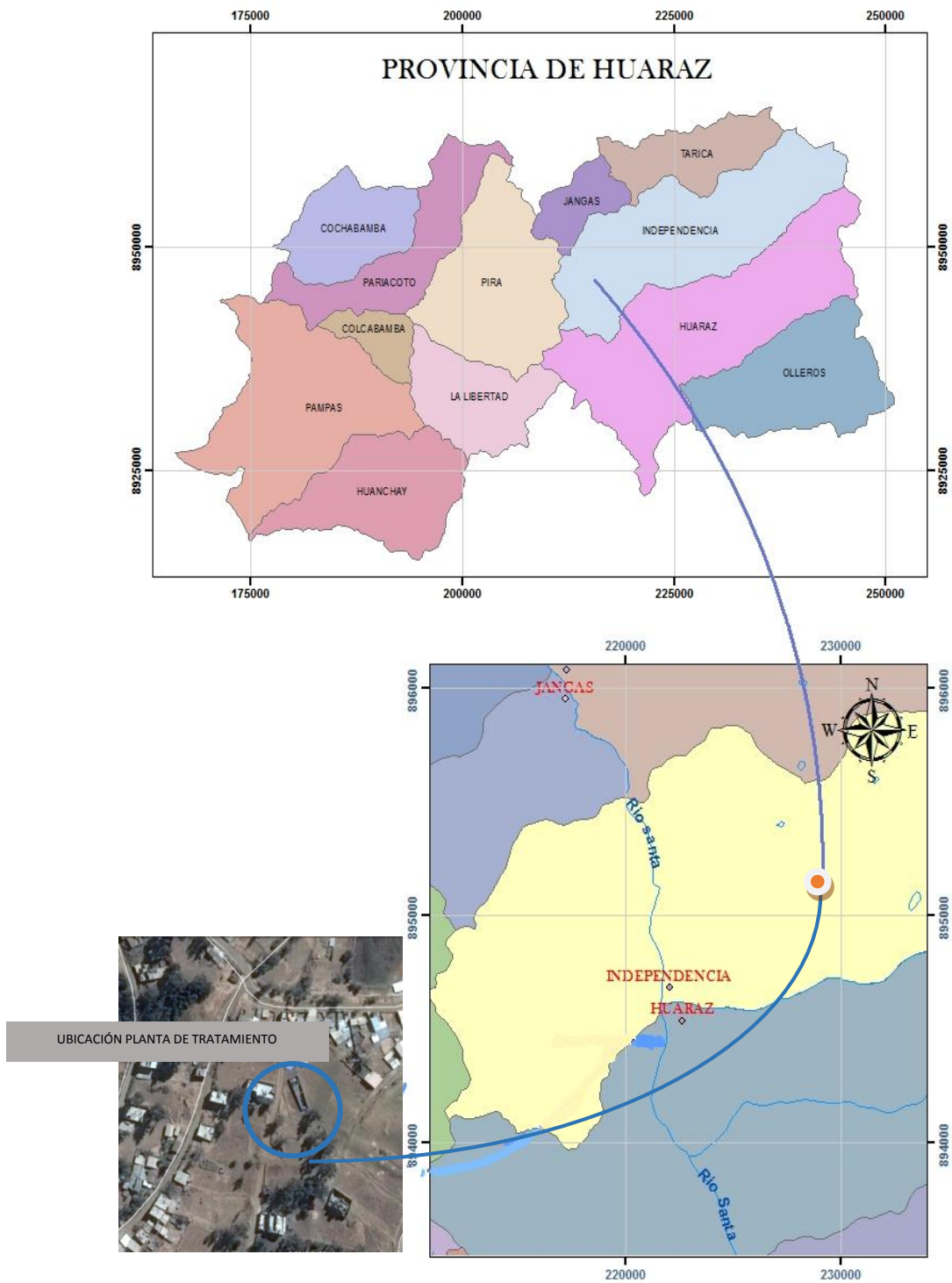


Figura 2.2 Ubicación geográfica de la zona de estudio en Huaraz

Fuente: Google Maps, 2017.

Administrativamente, el estudio tuvo relación directa con la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Independencia, Centro Poblado de Huacrajirca donde la planta de tratamiento de agua potable abastece a 500 conexiones del sector de Huacrajirca. La planta cuenta con una captación ubicada en el río Casca, a través de una línea de conducción de 4 pulgadas que lleva el agua a la planta de tratamiento con un caudal de 5 l/s, llegando al desarenador para luego pasar por un filtro de grava, y así llega a dos reservorios uno de 10m³ y el otro de 40m³ donde se le añade el cloro y es enviado a la población.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. El Agua

“Es el elemento fundamental para la vida del hombre constituyendo entre el 59 al 66% del peso del cuerpo humano, su empleo es múltiple en las actividades del hombre. Sirve como elemento líquido primordial, se emplea en la agricultura, industria, aseo personal, minería, salud pública, etc.” (MINSA 1997)

A) Composición del Agua.

Según MINSA (1997) el agua químicamente pura, es el producto de la combinación de 02 moléculas de hidrógeno más 01 de oxígeno, H₂O, la misma que es inapropiada para cumplir como bebida.

El agua tiene un gran poder disolvente y su acción erosiva, hace que el agua en la naturaleza se encuentre cargada de elementos con los cuales ha estado en contacto, estas sustancias se encuentran en solución o en suspensión y puede ser minerales u inorgánicas.

Desde el punto de vista de Salud Pública, es importante determinar los elementos químicos que contiene un agua y que son dañinos para la salud de los consumidores, asimismo el estudio de la polución microbiana o examen bacteriológico, determina la calidad del agua.

Las aguas superficiales, al discurrir sobre la superficie del terreno sobre todo en la cercanía de los centros poblados, se contaminan con materias orgánicas, siendo necesario determinar el grado de contaminación.

Esto nos demuestra que el agua constituye uno de los más importantes vehículos en la transmisión de enfermedades dado su fácil contaminación y su necesario consumo.

El agua es tan esencial para la vida, como es el aire, el alimento y la luz solar, sin el agua no existiría vida en el planeta tierra. El agua existe en tres estados (sólidos, líquidos y gaseosos)

Sólido	Líquido	Gaseoso
0° C	0 a 100°C	+ 100°C

Su naturaleza física le confiere las propiedades de ser incolora, inodora, insípida, su naturaleza química es única por ser un compuesto de gran estabilidad, es un solvente (disuelve) excelente, cuando se congela se expande y pesa menos.

El 97% del agua en el mundo se encuentra en los océanos 2.15 % solidificada en los casquetes polares, 0.3% se encuentra profundamente confinado en la tierra 0.4% distribuida en los ríos, lagos y manantiales y subsuelos.

2.2.2. Contaminación del Agua

Según MINSA (1997) a medida que el agua es requerida por el hombre, para satisfacer sus necesidades, domésticas, agrícolas, industriales, ella es interceptada en cualquiera de sus 3 estados y luego de ser utilizado es descargada siguiendo su curso.

Esta acción aparte de interrumpir el normal movimiento del agua contribuye a deteriorar su calidad al incorporarle sustancias extrañas utilizadas en los diferentes procesos para lo cual esté requerido. La desventaja que presenta es que no son capaces de proporcionar altas

presiones, además de tener un rendimiento inferior a las volumétricas, en cual oscila entre un 60% y 90%.

2.2.3. Contaminantes

Las alteraciones en la calidad del agua, pueden ser físicos, químicos y biológicos; según sea el contaminante incorporado.

Según la tabla 1, que muestra los límites máximos permisibles existe contaminantes como:

a. Físicos

Determinando por partículas sólidas o líquidas, que le dan turbiedad y características de color, olor, etc., no aceptables por los consumidores, produciendo sobre todo un malestar y una situación de rechazo.

b. Químicos

Es frecuente hallar en el agua, minerales de hierro, magnesio, calcio, manganeso, cloruros, carbonatos, nitritos, nitratos, sulfatos, hidróxidos, etc., sea en forma de solución, en suspensión formando sales, producen generalmente envenenamiento y anormalidades en el organismo.

c. Contaminantes Biológicos

Animales: Gusanos, Protozoos, Bacterias.

Vegetales: Alga, Hongos.

Otros: Virus.

d. Contaminantes Comunes

- Físicos – Químicos

Plomo: Es un veneno acumulativo, el plomo se halla presente en aguas contaminadas con relaves de minas, así como en aguas residuales provenientes de laboratorios e industrias, tuberías de plomo deterioran el agua en concentraciones dañan el organismo y producen envenenamiento llamado saturnismo.

Arsenio, Mercurio, Cianuro, Cadmio: Son contaminantes tóxicos sumamente peligrosos, teniendo en su mayoría efectos mortales, cuando la concentración es mayor al estipulado en el reglamento oficial para aguas de consumo humano.

Flúor, Cloro, Bromo, Yodo: Son agentes oxidantes, por su acción tóxica, son usados para eliminar la acción nociva de microorganismos presentes en el agua. En concentraciones mayores al reglamento oficial, intoxica a las personas.

Tabla 2.1 Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Carga Organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. PH	Valor de PH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	umho/cm	1500
7. Solidos totales disueltos	Mg L-1	1000
8. Cloruros	Mg Cl -1	250
9. Sulfatos	Mg SO4 L-1	250
10. Dureza Total	Mg CaCO3 L-1	500
11. Amoniaco	Mg N L-1	1,5
12. Hierro	Mg Fe L-1	0,3

13.	Manganeso	Mg Mn L-1	0,4
14.	Aluminio	Mg Al L-1	0,2
15.	Cobre	Mg Cu L-1	2,0
16.	Zinc	Mg Zn L-1	3,0
17.	Sodio	Mg Na L-1	200
UCV= Unidad de Color Verdadero UNT= Unidad nefelometrica de turbiedad			

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Dirección General de Salud Ambiental 2011).

2.2.4. Medio filtrante

Es un mecanismo físico que tiene el propósito de controlar el paso de los contaminantes. Los diferentes tipos de medios filtrantes se distinguen por su capacidad o habilidad de tolerar el paso de los contaminantes. La naturaleza del medio filtrante y la configuración del filtro se utilizan para determinar la eficiencia y el desempeño del filtro en la remoción de partículas, su capacidad de alojar contaminantes o la resistencia al flujo a través del filtro. (Martín y Salcedo 2011)

➤ Tipos de medio filtrante

Medio Filtrante de Celulosa: El medio filtrante de celulosa o pulpa de madera ha sido utilizado en la filtración de motores desde el comienzo. Las fibras de celulosa son de forma irregular y tienen poros más pequeños. Los poros más pequeños del medio filtrante producen más resistencia al flujo, lo cual significa clasificaciones de eficiencia más baja. Las fibras de celulosa de la madera tienen forma y tamaño irregulares y pueden atrapar partículas contaminantes pequeñas mientras retienen una cantidad significativa de dichos contaminantes (Martín y Salcedo 2011).

Medio Filtrante Sintético: En este caso se intercalan fibras sintéticas o de vidrio soplado entre nilón y poliéster. Este medio filtrante se puede reforzar con alambre u otros tipos de respaldo. Las fibras del medio filtrante sintético son delgadas y lisas, lo cual produce menos restricción en comparación al medio filtrante de celulosa. La forma uniforme de las fibras permite a los ingenieros utilizar el medio filtrante con el tamaño y configuración de fibras apropiados para crear la trayectoria de flujo con la menor resistencia posible. El medio filtrante sintético tiende a capturar contaminante en toda la profundidad del medio, lo cual permite una mayor capacidad de retención de contaminante. Sus propiedades de flujo son excelentes y hay menos restricción de flujo o reducción de presión en este medio. (Martín y Salcedo 2011)

Medio Filtrante Combinado: Algunas veces una situación requiere las características del medio filtrante de celulosa y las del medio filtrante sintético; por lo tanto, se combinan ambos. En este medio se usa celulosa como base y se le añade vidrio o fibras sintéticas para optimizar sus propiedades. Con el medio filtrante combinado (o medio filtrante mezclado), las características del medio filtrante de celulosa y del medio filtrante sintético se combinan para crear un medio que acomoda la eficiencia y la capacidad de retención de contaminante del filtro. También se pueden combinar capas de celulosa y medios sintéticos para aumentar la eficiencia de extracción y la capacidad de retención de contaminantes. (Martín y Salcedo 2011)

➤ **Características del medio filtrante**

Entre las características del medio filtrante que influyen en la filtración, se destacan:

- El tipo del medio filtrante.
- El tamaño efectivo del material filtrante.
- El espesor de la capa filtrante.

a) Tipo de medio filtrante

El tipo de medio filtrante debe seleccionarse basándose en la calidad que se desea para el agua filtrada. Adicionalmente, también debe tenerse en cuenta, la duración de la carrera de filtración y la facilidad de lavado. Un medio filtrante ideal es aquel de una determinada granulometría y granos de un cierto peso específico, que requiere una cantidad mínima de agua para ser lavado específicamente y que es capaz de remover la mayor cantidad posible de partículas suspendidas, produciendo un efluente de buena calidad. (Cristóbal 2019)

b) Tamaño efectivo del material filtrante

Los materiales filtrantes se especifican sobre la base de por lo menos cuatro características:

- **Tamaño efectivo (Te):** En relación al porcentaje (en peso) que pasa por las mallas de una serie granulométrica, el tamaño efectivo se refiere al tamaño de granos correspondiente al porcentaje de 10 %. (Cristóbal 2019)
- **Coefficiente de uniformidad (Cu):** Con relación al porcentaje (en peso) que pasa por las mallas de una serie granulométrica, el coeficiente de uniformidad es igual a la relación entre el tamaño de los granos

correspondiente al 60% y el tamaño de los granos correspondiente al 10%. (Cristóbal 2019)

- **Forma:** La forma de los granos normalmente se evalúa en función del coeficiente de esfericidad (C_e), que es igual a la relación entre el diámetro de una esfera, de velocidad de sedimentación igual a la del grano considerado, y el tamaño medio de los granos entre dos mallas consecutivas de la serie granulométrica, entre las que se preparó el medio filtrante (Cristóbal 2019).
- **Peso específico (P_e):** el peso específico del material es igual al peso de los granos dividido por el volumen efectivo que ocupa los granos (Cristóbal 2019).

c) **Espesor de las capas filtrantes**

La operación ideal de un filtro es aquella en que la pérdida de carga máxima se produce en el mismo instante en que el efluente presenta la turbiedad límite, la pérdida de la carga y la turbidez del efluente se encuentra en función de la duración de la carrera de filtración y del espesor del medio filtrante, para una determinada tasa de filtración, turbiedad límite fijada, pérdida de carga límite fijada, e invariables las demás características de la suspensión y del medio filtrante. (Cristóbal 2019)

2.2.5. Filtración

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En general la filtración es la operación final que se realiza en una planta de tratamiento de agua y por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los patrones de potabilidad (Cristóbal 2019).

➤ **Factores en la eficiencia de la filtración**

La eficiencia de la Filtración está relacionada con las características de la suspensión y del medio filtrante, con la hidráulica de la filtración y la calidad del efluente. Por ejemplo, la filtración de agua cruda en filtros lentos de arena, y la de agua coagulada en filtros rápidos de arena, resultan de interacciones distintas entre los granos del medio filtrante y las partículas suspendidas, pues un factor importante de ser tenido en cuenta en la filtración lenta puede, muchas veces, no ser importante para la filtración directa (Cristóbal 2019).

➤ **Características de la filtración**

De modo general, la eficiencia de remoción de partículas suspendidas en un medio filtrante, está relacionada con las siguientes características de la suspensión:

- Tipo de partículas suspendidas.
- Tamaño de las partículas suspendidas.
- Densidad de las partículas suspendidas.
- Resistencia o dureza de las partículas suspendidas (flóculos).
- Temperatura del agua a ser filtrada.
- Concentración de partículas en el afluente.
- Potencial Zeta de la suspensión.
- PH del afluente.

- **Tipo de Partículas Suspendidas**

La filtración de flóculos que no sedimentan en una planta de ablandamiento difiere sustancialmente del caso en que se tienen flóculos provenientes de pretratamiento con una sal de fierro o aluminio. Por otro lado, el tipo de partículas primarias presentes en

el agua cruda influye en la eficiencia de la filtración. Por ejemplo, la existencia de algas en el afluente a los filtros de una instalación de filtración directa, influye en la formación de curvas de pérdida de carga más acentuadas que aquellas en que el afluente solo posee partículas suspendidas coaguladas de arcilla o sílice. (Cristóbal 2019)

- **Tamaño de las Partículas Suspendidas**

Existe un tamaño crítico de partículas suspendidas, del orden de 1 mm, para el cual se tiene menos oportunidad de contacto entre la partícula suspendida y el grano del medio filtrante. Este hecho se puede observar desde el principio cuando el medio filtrante está limpio, hasta el final de la carrera de filtración.

Algunos productos químicos, como los coagulantes tradicionales y polímeros, pueden usarse para ajustar el tamaño de las partículas suspendidas de modo de obtener una mayor eficiencia. Las partículas menores que el tamaño crítico serán removidas eficientemente debido a la acción de otros mecanismos, como la interceptación y sedimentación. (Cristóbal 2019)

- **Densidad de las Partículas Suspendidas**

Cuanto mayor sea la densidad de las partículas suspendidas, mayor será la eficiencia de remoción de las partículas de tamaño superior al crítico mencionado anteriormente. (Cristóbal 2019)

- **Resistencia o Dureza de los Flóculos**

La dureza de los flóculos es otro factor importante en la filtración rápida, pues los flóculos débiles tienden a fragmentarse y penetrar fácilmente en el interior del medio filtrante, favoreciendo que ocurra el traspase final de la turbidez límite, mientras que los flóculos duros resistentes no se fragmentan fácilmente, pero producen una pérdida de carga mayor. (Cristóbal 2019)

- **Temperatura**

En general, el aumento de temperatura conduce a una eficiencia mayor pues se tiene un aumento de energía termodinámica en las partículas del agua y consecuentemente, la difusión se vuelve un mecanismo importante cuando se tienen partículas suspendidas menores de una micra. Por otro lado, la disminución de la viscosidad facilita la acción del mecanismo de sedimentación de partículas mayores de 1 mm. (Cristóbal 2019)

- **Concentración de Partículas Suspendidas**

Cuando el medio filtrante se encuentra limpio la eficiencia de remoción depende de la concentración de partículas suspendidas en el afluente. Después de algún tiempo de filtración, la eficiencia de remoción aumenta con el aumento de concentración de las partículas suspendidas en el afluente, pues las partículas retenidas hacen de colectoras con otras partículas suspendidas. Evidentemente, al existir una eficiencia de remoción mayor con el aumento de concentración, la curva de pérdida de carga en función del tiempo será más acentuada. (Cristóbal 2019)

- **Potencial Z**

Cuando las partículas suspendidas y los granos del medio filtrante tienen potencial Z del mismo signo, la interacción entre las capas dificulta la adherencia, reduciendo la eficiencia de remoción. Como los materiales filtrantes usuales presentan potenciales Z negativos, sería conveniente que las partículas suspendidas tuviesen potencial Z negativo. (Cristóbal 2019)

- **pH**

El pH influye en la capacidad de intercambio iónico entre las partículas suspendidas y los granos del medio filtrante. Para valores de pH inferiores a 7,0 disminuye el intercambio de cationes y aumenta el intercambio de aniones sobre las superficies positivas; mientras que para valores de pH superiores a 7,0 se produce un aumento en el intercambio de cationes y una disminución en el intercambio de aniones sobre las superficies negativas. (Cristóbal 2019)

2.2.6. Ley de Darcy

En 1856, en la ciudad francesa de Dijon, el ingeniero Henry Darcy fue encargado del estudio de la red de abastecimiento a la ciudad. Parece que también debía diseñar filtros de arena para purificar el agua, así que se interesó por los factores que influían en el flujo del agua a través de los materiales arenosos, y presentó el resultado de sus trabajos como un apéndice a su informe de la red de distribución. Ese pequeño apéndice fue la base de todos los estudios físico-matemáticos posteriores sobre filtros.

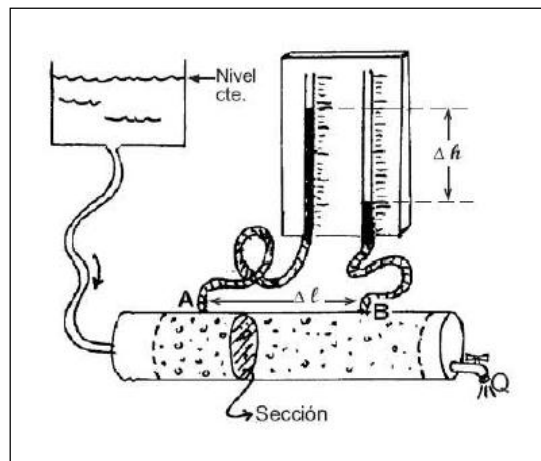


Figura 2.3 Permeámetro Permeámetro

Fuente: Bastidas (2012).

Básicamente un permeámetro (Figura 2.3) es un recipiente de sección constante por el que se hace circular agua conectando a uno de sus extremos un depósito elevado de nivel constante. En el otro extremo se regula el caudal de salida mediante un grifo que en cada experimento mantiene el caudal también constante.

Darcy encontró que el caudal que atravesaba el permeámetro era literalmente proporcional a la sección y al gradiente hidráulico. Gradiente es el incremento de una variable entre dos puntos del espacio, en relación con la distancia entre esos dos puntos. Si la variable considerada fuera la altitud de cada punto, el gradiente sería la pendiente entre los dos puntos considerados.

Es decir: variando el caudal con el grifo y/o moviendo el depósito elevado, los niveles del agua en los tubos varía. Podemos probar también con permeámetros de distintos diámetros y midiendo la altura de la columna de agua en puntos más o menos próximos. Pues bien: cambiando todas las variables, siempre que utilicemos la misma arena, se cumple que:

$$Q = \text{cte} \times \text{Sección} \times \Delta h / \Delta l$$

Darcy encontró que utilizando otra arena (más gruesa o fina, o mezcla de gruesa y fina, etc.) y jugando de nuevo con todas las variables, se volvía a cumplir la ecuación anterior, pero que la constante de proporcionalidad lineal era distinta. Concluyo, por tanto, que esa constante era propia y característica de cada arena y la llamo permeabilidad (K)

Actualmente la ley de Darcy se expresa de esta forma:

$$q = -K (dh/dl)$$

Dónde: $q = Q/\text{sección}$ (es decir: caudal que circula por m² de sección)

K = Conductividad Hidráulica

dh/dl = Gradiente hidráulico expresado en incrementos infinitesimales (el signo menos se debe a que el caudal es una magnitud vectorial). (Bastidas 2012)

2.2.7. Lecho Filtrante

Un lecho filtrante ofrece una barrera en la que los poros son más pequeños que las partículas en suspensión, que son separadas del fluido y retenidas en el filtro. En los medios filtrantes gruesos los poros pueden ser más gruesos que las partículas que se van a separar, las cuales pueden acompañar al fluido alguna distancia a través del medio, pero son retenidas más pronto o más tarde por el medio filtrante en los finos intersticios que existen entre las partículas que lo constituyen (Gualteros y Chacón, 2015).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones se debe de tomar en cuenta los siguientes valores al momento de diseñar el lecho filtrante:

a) La grava se colocará en tres capas, la primera de 15 cm, con tamaños de 19 a 50 mm, seguida de dos capas de 5 cm de espesor cada una, con tamaños de 9,5 mm a 19 mm y de 3mm a 9,5 mm, respectivamente. No debe colocarse grava en zonas cercanas a las paredes o a las columnas.

b) El espesor de la arena deberá ser de 80 a 100 cm. El valor mínimo considerado, después de raspados sucesivos durante la operación de limpieza, será de 50 cm. (Reglamento Nacional de Edificaciones 2006)

c) El tamaño efectivo de la arena debe estar entre 0,15 a 0,35 mm, y el coeficiente de uniformidad aceptable no mayor de 3. (Organización Panamericana de la Salud 2006)

2.2.8. Estructuras de la concha de abanico.

➤ Macro estructura de la concha de abanico

Las conchas Pertenecen a la Clase Bivalva (Pelecypodea), y sus distintas secciones macroestructurales que se muestran en la figura 2, son: a: Margen dorsal, b: Margen ventral, c: Margen anterior, d: Margen posterior, e: Impresiones de músculos aductores, f: Seno paleal, g: Línea paleal, h: Charnela, i: Umbo, j: Ligamento

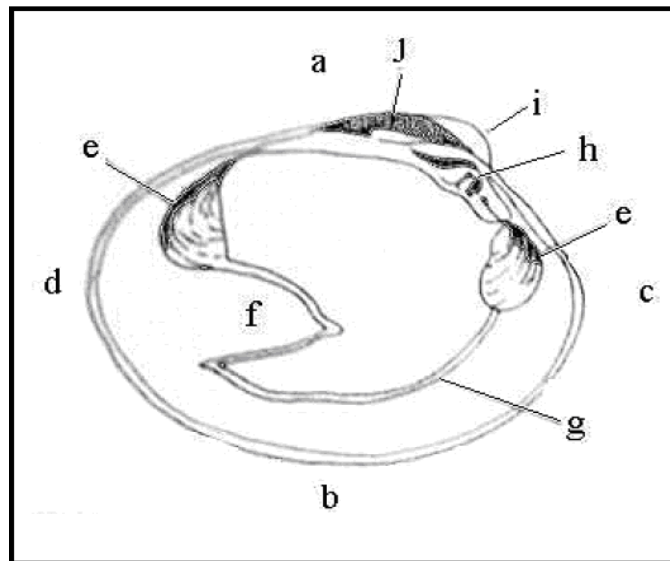


Figura 2.4. Macroestructura de un Bivalvo

Fuente: Osorio (2002).

Las valvas de moluscos, al igual que los huesos, están conformadas por dos porciones. La primera es el perióstraco, que es la fina cubierta externa de naturaleza orgánica que recubre al óstraco. Cubierto por el perióstraco se encuentra la segunda porción, el óstraco, que constituye la mayor parte de la concha y

está conformada por carbonato de calcio (CaCO_3) en forma de cristales de aragonita y calcita. Estos cristales están organizados en una serie limitada de estructuras, denominadas microestructuras, que aparecen de forma recurrente en bivalvos, y en el resto de los moluscos. En la concha, encontramos dos o tres capas diferenciadas, compuestas cada una de ellas de sólo una de esas microestructuras. Se denominan capa externa, media, e interna.

Los cristales de calcita se presentan en dos formas microestructurales principales: prismática y foliada. Los cristales de aragonita, en tanto, se presentan en las microestructuras prismática, nacarada, laminar cruzada y homogénea. Tanto la forma microestructural de los cristales, como la manera en que éstos se disponen entre sí formando las capas de la concha, es particular a cada familia taxonómica. Sin embargo, en términos generales, los cristales se disponen en capas paralelas entre sí, y éstas a su vez se organizan paralelas u oblicuas con respecto a la superficie de la concha. Cuando las capas de cristales que forman la capa media se disponen oblicuas a la superficie de la concha, salen al exterior y son identificables como líneas de crecimiento superficiales. En la figura 3, se aprecia A: Prismática, B: Foliada, C: Nacarada, D: Laminar cruzada y E: Homogénea.

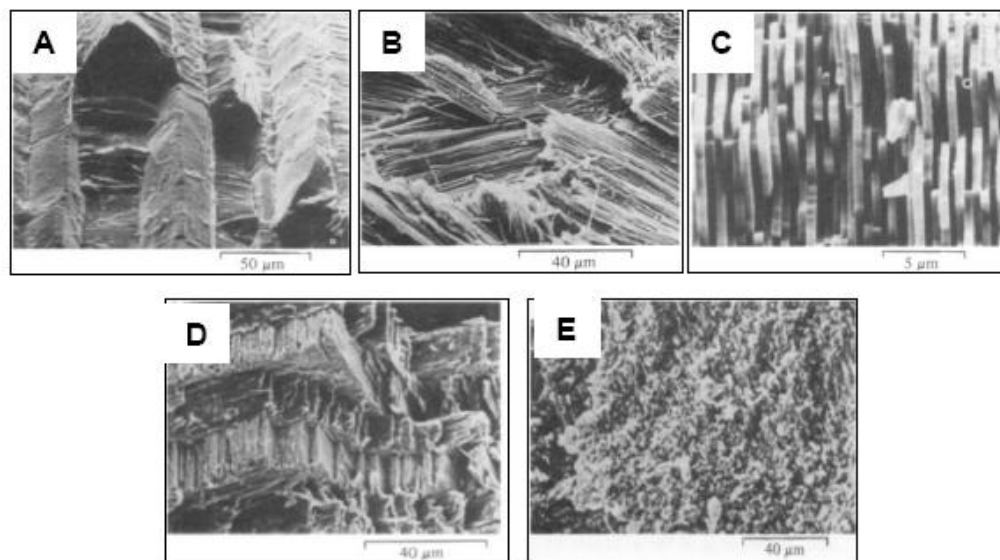


Figura 2.5. Microestructura de las Conchas de Abanico

Fuente: Currey (1980).

Por otro lado, cabe indicar que la concentración de carbonato de calcio en la valva es de 99,14%. (Tippmann 2014)

Cuadro 2.1. Concentración de Carbonatos en las Conchas de Abanico

RESULTADOS		
Código	Descripcion de la muestra	Carbonatos (CaCo₃)
Q-346/14	Molido de Concha de abanico 26/08/14	99.14

Fuente: Morán et al., (2014).

2.2.9. Acondicionamiento de conchas de abanico como medio filtrante

Para acondicionar la concha para su uso como agregado se sometió a un procedimiento de lavado con agua potable y cepillado manual con la finalidad de eliminar la parte orgánica, luego, fue secado al aire y bajo sombra. La figura 2.6, muestra el estado en el que se encuentran las conchas en el botadero, llenas de materia orgánica y restos de basura. El proceso de trituración fue manual mediante el uso de combas y martillos hasta llevarlo a un rango de tamaño de 4.75 mm hasta 1.18 mm. Para garantizar la obtención de estas medidas el material se pasó por los

tamices #4 y #16 periódicamente entre procesos de chancados, lo cual redujo las pérdidas por trituración. En la figura 2.7, se aprecia el proceso de trituración y tamizado al cual fue sometido este residuo (Yang, y otros 2010).



Figura 2.6. Conchas de Abanico con materia orgánica



Figura 2.7. Proceso de trituración y tamizado

Fuente: Saavedra (2016).

- **Propiedades de la concha de abanico triturada**

De acuerdo a la norma técnica peruana, las conchas de abanico trituradas presentan características muy importantes, las mismas que se muestran en el cuadro 2.2 Se aprecia el alto grado de absorción de la concha de abanico, siendo importante este conocimiento para la investigación. Por ende, se deber tener en cuenta lo que especifica la norma técnica peruana NTP 400.012.2001 como se aprecia en el

siguiente cuadro referente a la cantidad mínima de muestra de agregado grueso o global. Por su parte en las tablas 2.2 y 2.3 se observa el resultado de ensayos de análisis granulométrico realizado en la LEMC en la Universidad de Piura.

Cuadro 2.2. Características físicas de las conchas de abanico

Parámetros	Norma	Valor	Unidad
Módulo de finura		4.57	-
Peso unitario suelto	NTP 400.017 1999	1015	Kg/m ³
Peso unitario compactado	NTP 400.017 1999	1225	Kg/m ³
Peso específico (SSS)	NTP 400.022 1979	2.57	-
Absorción	NTP 400.022 1999	1.88	%
Humedad	NTP 339.127 1998	0.30	%

triturada

Fuente: Castañeda (2017).

Tabla 2.2 Análisis granulométrico de la LEMC conchas de abanico

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: Saavedra (2016).

Tabla 2.3 Muestra de referencia de agregado fino.

Muestra de referencia de agregado fino				En el laboratorio		Entre laboratorios	
Resultados de los ensayos	Cantidad de muestra	Número de laboratorios	Promedio	1s	d2s	1s	d2s
ASTM C 136/AASHTO T 27							
Material total que pasa el tamiz No. 4 (%)	500 g	285	99,922	0,027	0,066	0,037	0,104
	300 g	276	99,990	0,021	0,060	0,042	0,117
Material total que pasa el tamiz No. 8 (%)	500 g	281	84,10	0,43	1,21	0,63	1,76
	300 g	274	84,32	0,39	1,09	0,69	1,92
Material total que pasa el tamiz No. 16 (%)	500 g	286	70,11	0,53	1,49	0,75	2,10
	300 g	272	70,00	0,62	1,74	0,76	2,12
Material total que pasa el tamiz No. 30 (%)	500 g	287	48,54	0,75	2,10	1,33	3,73
	300 g	276	48,44	0,87	2,44	1,36	3,79
Material total que pasa el tamiz No. 50 (%)	500 g	286	13,52	0,42	1,17	0,98	2,73
	300 g	275	13,51	0,45	1,25	0,99	2,76
Material total que pasa el tamiz No. 100 (%)	500 g	287	2,55	0,15	0,42	0,37	1,03
	300 g	270	2,52	0,18	0,52	0,32	0,89
Material total que pasa el tamiz No. 200 (%)	500 g	278	1,32	0,11	0,32	0,31	0,85
	300 g	266	1,30	0,14	0,39	0,31	0,85

Fuente: INCDECOPI (2001).

2.2.10 EFICIENCIA EN LA FILTRACIÓN

- **Eficiencia de un medio filtrante**

Eficiencia es la medición de la calidad de filtración expresado en porcentaje, que permite evaluar cuanto de los contaminantes han sido retenidos.

- **Indicadores de eficiencia**

Los indicadores de eficiencia del sistema de filtración se formulan con el fin de determinar si el filtro está trabajando en óptimas condiciones, esto

significa que este garantiza una remoción total o significativa de Turbidez, Sólidos en suspensión y Coliformes totales (Gualteros y Chacón, 2015).

Según Unipamplona (2012), los indicadores de eficiencia se calculan mediante:

- Eficiencia del Sistema de Filtración para Turbidez (ESFT):

$$ESFT (\%) = \left(1 - \frac{TAF}{TANF}\right) \times 100$$

Donde:

TAF = Turbidez del agua filtrada

TANF = Turbidez del agua no filtrada

- Eficiencia del Sistema de Filtración para Sólidos en Suspensión (ESFSS):

$$ESFSS (\%) = \left(1 - \frac{SSAF}{SSANF}\right) \times 100$$

Donde:

SSAF = Sólidos en suspensión en el agua filtrada

SSANF = Sólidos en suspensión en el agua no filtrada

2.2.11 Formulación y planteamiento del problema

- **Planteamiento del problema**

Una de las causas principales que originan las enfermedades en las personas es el consumo de agua no potable o tratada con técnicas y/o métodos que no son eficientes; esto conlleva a tener una mala

calidad de vida, lo que conduce al poco crecimiento, ya sea en el aspecto económico o social, aumenta el riesgo de morbilidad en los niños.

La comunidad de Shirapampa-Huaraz, presenta los mencionados problemas debido a que el organismo encargado de cumplir las funciones (JASS), no cumple con sus responsabilidades, puesto a que se presentan filtros inoperativos, no se realizan los tratamientos respectivos, ocasionando que el agua no sea potable sino entubada solamente, evidenciándose inclusive de forma visual (turbiedad), lo que lo hace totalmente inadmisibles para el consumo humano.

- **Formulación del problema**

Se hace necesario buscar alternativas de mejora de la calidad de agua, en tal sentido es una propuesta la aplicación de conchas de abanico, como medio filtrante a fin de cumplir los parámetros permisibles y la normatividad de calidad establecidas.

Se hace necesario llevar a cabo estudios que permitan corroborar la eficiencia del filtro lento con medio filtrante de conchas de abanico, por lo tanto, se formula la siguiente pregunta:

- **Problema General**

¿Cuál es la eficiencia que tienen las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de filtro lento para la planta de tratamiento de agua potable de la JASS Shirapampa, provincia de Huaraz, departamento de Ancash?

- **Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos suspendidos en la entrada del prototipo de filtro lento de conchas de abanico?
- ¿Cuáles son los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos suspendidos en la salida del prototipo de filtro lento de conchas de abanico?
- ¿Cuál es la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante con respecto a los niveles de turbiedad y solidos suspendidos totales estandarizados para un prototipo de filtro lento?

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Turbiedad:** Grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión.
- **Temperatura:** La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro.
- **Ph:** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.
- **Solidos Suspendidos:** Se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante.
- **Eficiencia:** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.
- **Balance de Masas:** El balance de masa, puede definirse como una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o de una parte

de éste. No es más que la aplicación de la ley de conservación de la masa que expresa “La masa no se crea ni se destruye”

- **Caudal:** Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal) por unidad de tiempo
- **Coefficiente de Permeabilidad:** Es una característica de los suelos, específicamente está ligado a la Ley de Darcy que se refiere al flujo de fluidos a través de los suelos. El coeficiente de permeabilidad, generalmente representado por la letra k , es extremadamente variable, según el tipo de suelo.
- **Hidráulica:** Dentro de la rama de la física encontramos la hidráulica, que es la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en función de sus propiedades específicas. Es decir, estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a que pueden ser sometidos.
- **Grava:** Son rocas formadas por clastos de tamaño comprendido entre 2 y 64 milímetros. Pueden ser producidas por el ser humano, en cuyo caso suele denominarse «piedra partida», o resultado de procesos naturales.
- **Filtros lentos:** La filtración lenta en arena (FLA) es el sistema de tratamiento de agua más antiguo del mundo. Básicamente, un filtro lento consta de una caja o tanque que contiene una capa sobrenadante del agua que se va a desinfectar, un lecho filtrante de arena, drenajes y un juego de dispositivos de regulación y control.
- **Desarenador:** Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas.
- **Curva Granulométrica:** Es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Para este análisis se utilizan dos procedimientos en forma combinada, las partículas mayores se separan por medio de tamices con aberturas de malla

estandarizadas, y luego se pesan las cantidades que han sido retenidas en cada tamiz.

- **Permeabilidad:** La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un fluido que lo atraviese sin alterar su composición. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable o no permeable si la cantidad de fluido es despreciable.
- **Prototipo:** Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa modelo a escala, para esta investigación, en esta tesis se realizó el prototipo de un filtro lento de arena.
- **Coefficiente de Permeabilidad:** El coeficiente de permeabilidad, generalmente representado por la letra k , es extremadamente variable, según el tipo de suelo.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA

En el presente capítulo se detalla el método, los materiales y el procedimiento utilizado en la puesta en marcha del sistema, asimismo, la frecuencia de muestreo, el monitoreo de los parámetros del Reglamento de calidad del agua y finalmente el tratamiento estadístico a la información compilada.

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Metodología

La investigación desarrollada fue de tipo aplicado con un enfoque cuantitativo, ya que este enfoque utiliza la recolección de información para probar la hipótesis planteada, fundamentándose en los cálculos de la eficiencia en la filtración.

El nivel de la investigación fue descriptivo, ya que está dirigida a la descripción de la variable de interés y caracterizar el problema en estudio, asimismo es propositiva, porque busca la mejor forma de aportar una solución a la problemática existente. (Hernández, Fernández y Baptista 2014)

El diseño de la investigación fue pre – experimental, debido a que hubo una manipulación, de manera intencional de una o más variables (causas) para analizar las consecuencias de tal acción sobre otras variables (efectos). Como también al administrar un estímulo o tratamiento a solo un grupo, para luego aplicar una medición en una o más variables, así poder observar cual es el nivel del grupo en estas variables. Asimismo, es un estudio longitudinal, ya que se recolectó datos en diferentes momentos o

periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

3.1.2 Tipos de estudio

- **Según propósito o aplicación**

Aplicada

Es aplicada porque se obtuvo nuevos conocimientos en base al estudio de las conchas de abanico como medio filtrante, logrando determinar la eficiencia de este material como prototipo de filtro lento, para su aplicación en futuros diseños de filtro con este material.

Tecnológica

Con el estudio de la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de filtro lento, realizando actividades intelectuales y experimentales sistemáticamente con el propósito de desarrollar nuevos procesos, de tal manera que esto permitirá implementar dicha tecnología de acuerdo a la realidad que vive nuestro país.

3.1.3 Según su naturaleza, profundidad y/o alcance

Descriptiva:

El presente proyecto de investigación abarca la medición y la recolección de data cuantitativa directamente del lugar del fenómeno en estudio, para su posterior descripción.

3.1.4 Según el tipo de ocurrencia de los hechos y registro de la información

Investigación prospectiva:

El estudio desarrollado implica el registro de la información de acuerdo como se van dando los fenómenos, siguiendo una línea presente - futuro.

3.1.5 Diseño

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, debido a las diferentes mediciones de las variables de interés a través del tiempo, las cuales se realizaron con el uso de instrumentos válidos y confiables. Siendo el diseño de la investigación pre experimental ya que se sometió el agua a un prototipo de filtro lento utilizando como medio filtrante las conchas de abanico, para posteriormente evaluar los resultados.

3.2 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y/O DISEÑO ESTADÍSTICO

3.2.1 Población: El agua que circuló en el prototipo de filtro lento de conchas de abanico fue proveniente del río Casca cuyo caudal es de $2.14 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.2.2 Muestra: El agua ingresante al prototipo de filtro lento de concha de abanico tuvo un caudal de 0.002617 l/s . Esta es captado de la línea que va desde la captación del río Casca a la planta de tratamiento de agua potable de la JASS ubicado en la localidad de Shirapampa-Huaraz siendo esta una línea de $\frac{1}{2}$ " de diámetro que se deriva de la línea de conducción principal. El presente trabajo de investigación se analizó la remoción de los parámetros fisicoquímicos del agua filtrada según el reglamento de calidad del agua.

3.2.3 Muestreo

Para la investigación se hizo uso de un muestro no probabilístico por conveniencia, ya que la elección de los casos no depende de que todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos, sino dependió de la decisión que toma el investigador, entonces, siendo la unidad de análisis los prototipos, se decidió tomar como muestra el caudal con la que ingreso al prototipo de filtro lento de concha de abanico conforme se observa en el cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Diseño para recolección de datos

PUNTO DE MUESTRA	INTERVALO DE MUESTREO	CARACTERÍSTICAS DE MUESTREO
A: Agua cruda que ingresa al prototipo de filtro lento	Ínter diario: <i>Lunes, miércoles y viernes durante 17 semanas</i>	Parámetros de control: pH, Temperatura, Solidos totales en suspensión, Turbiedad. a nivel de laboratorio.
B: Agua filtrada del prototipo de filtro lento de conchas de abanico	Ínter diario: <i>Lunes, miércoles y viernes durante 17 semanas</i>	Parámetros de control: pH, Temperatura, Solidos totales en suspensión, Turbiedad a nivel de laboratorio.

3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de datos se tuvo en cuenta técnicas e instrumentos mostrados en el cuadro 3.2

3.3.1 Protocolo de monitoreo

En el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, se manejó el protocolo de monitoreo preestablecido de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 10-2016-ANA, emitido el 11 de enero del 2016 (ver anexo 1).

Cuadro 3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Técnica	Instrumento de Recolección	
Tamaño Efectivo	Método de Prueba de Mallas	Instrumentos del laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM	
Tipo de Medio Filtrante	Coeficiente de Permeabilidad	Ensayo de Permeabilidad	Instrumentos del laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM
	Coeficiente de Uniformidad	Ensayo de Uniformidad	Instrumentos del laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM
Eficiencia del medio filtrante	Turbidez	Medición en laboratorio (Turbidímetro) APHA 2130 B.	Instrumentos del laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM
	Sólidos en suspensión	Método empleado para su análisis fue el APHA 2540 D (American Public Health Association)	Instrumentos del laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM

Siendo el objetivo de la presente investigación determinar la eficiencia del filtro lento a base de conchas de abanico, para lo que se evaluó 02 parámetros fisicoquímicos del reglamento de calidad del agua por lo que se estableció 02 puntos de muestro que es el afluente y los efluentes del sistema de filtración lenta.

Donde:

M1: Es el punto de muestreo del agua cruda proveniente del rio Casca

M2: Es el punto de muestreo del agua filtrada del prototipo de filtro lento de concha de abanico.

La frecuencia de recolección de datos durante 17 semanas, se realizó en los días considerados en el cuadro 3.3

Cuadro 3.3 Frecuencia de recolección de datos

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	FRECUENCIA DE MONITOREO PUNTO M1	FRECUENCIA DE MONITOREO PUNTO M2
1	Temperatura	°C	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana
2	PH	Unid. pH	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana
3	Turbiedad	UNT	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana
4	Solidos totales en suspensión	mg/L	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana	Lunes, Miércoles y Viernes de cada Semana



Fotografía 3.1 Puntos de toma de muestra

La recopilación de datos se realizó de la siguiente manera:

Análisis de Bibliografías y Documentos: La primera fuente de información son las informaciones de bibliografías para recopilar los diferentes estudios realizados sobre la remoción de los parámetros de análisis del reglamento de calidad del agua de los prototipos de filtro lento de conchas de abanico. La información puede ser materia de primer nivel como de segundo nivel o técnicas de análisis documental propiamente dicha, etc.

La Investigación de Campo: La investigación en campo se realizó de acuerdo a la metodología planteada, para desarrollar los procedimientos necesarios para obtener al final los resultados de manera correcta.

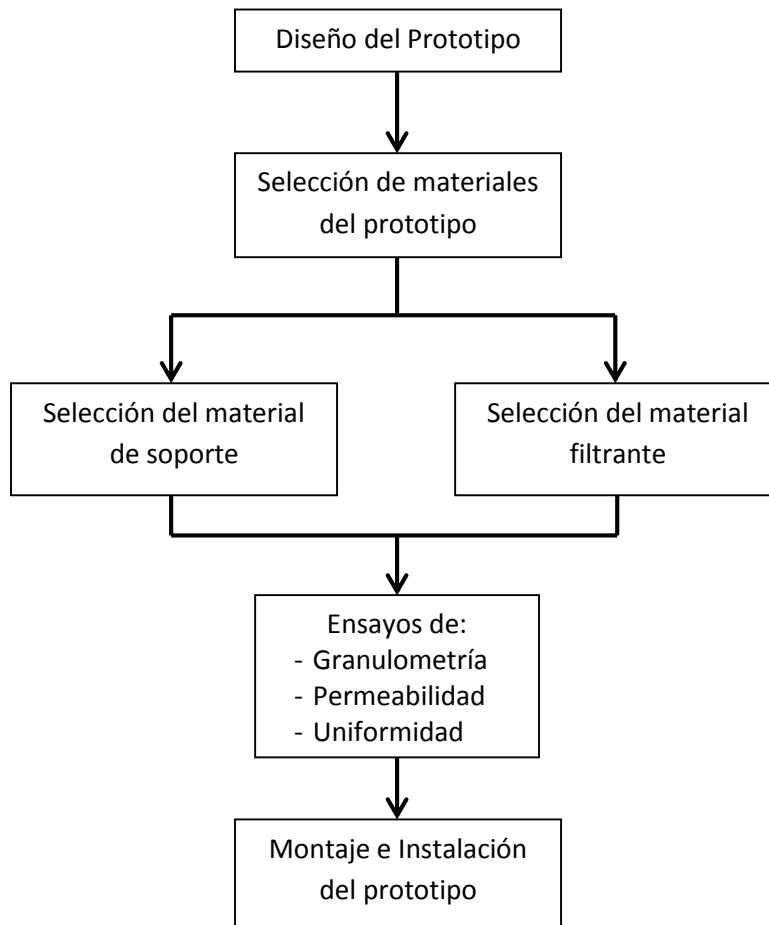
Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos: El procesamiento y análisis de datos obtenidos en campo y resultados finales se llevará a gráficos y/o esquemas.

3.3.2 Etapas del proceso de investigación

Para llevar a cabo nuestro estudio se hizo necesario seguir una secuencia ordenada de etapas que se observan en la figura 3.1 y que se detallan a continuación.

A) Diseño del prototipo

El prototipo de filtro lento de conchas de abanico molidas, mostrado en la figura 3.2 tomó como referencia el reglamento nacional de edificaciones y se realizó en las siguientes etapas:



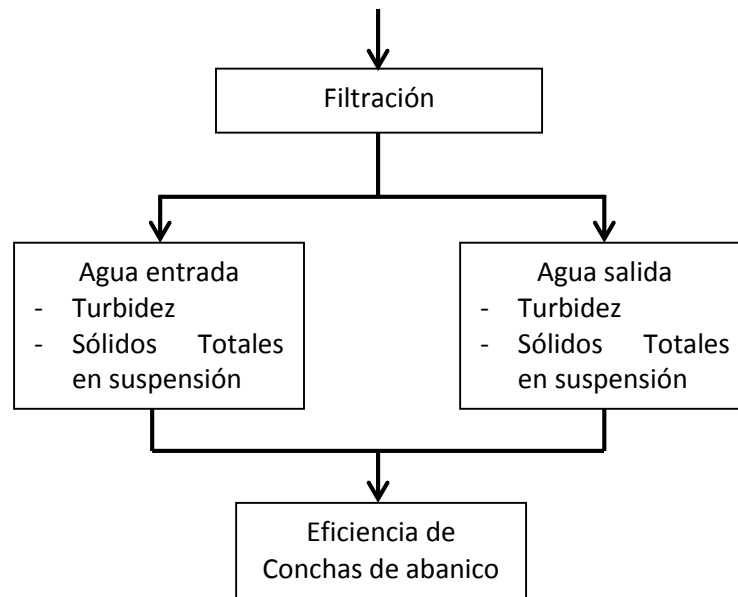


Figura 3.1 Etapas del proceso de investigación

- A.1 La alimentación del agua cruda procede del río Casca quien llega a la planta de agua potable de Shirapampa sacándose de la línea de alimentación una tubería de media pulgada de diámetro quien alimenta el prototipo.
- A.2 A la entrada del prototipo de filtro lento se colocó un desarenador a escala construido con un vaso de plástico descartable de 7 centímetros de diámetro, a fin de retener la arena que proviene del río ya que la alimentación trae agua directa del río Casca.
- A.3 El filtro lento consta de un tubo de 200 mm de diámetro de 1.50m de altura con una línea de media pulgada de ingreso una línea de media pulgada de rebose y una línea de media pulgada ubicada en la base para coleccionar el agua filtrada, además se tiene en el fondo como graba soporte.

A.4 Contiene piedras de 19-50 milímetros con una altura de 0.15 metros, seguido de la siguiente capa soporte de 9.5-19 milímetros con una altura de 0.05 metros, y finalizando con una capa de 3 - 9.5 milímetros con una altura de 0.05 metros, el diámetro específico de la concha de abanico es de 0.2 - 0.3 milímetros, la altura del medio es de 0.8 metros.

A.5 El sistema de filtro tiene salida independiente de agua filtrada a 1.15 metros de altura desde el fondo con líneas de media pulgada de diámetro a fin de recolectar el agua filtrada para su análisis de laboratorio respectivo.

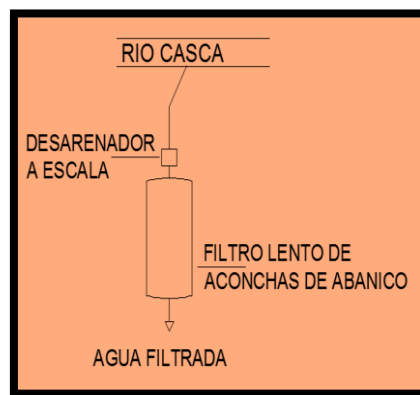


Figura 3.2 Prototipo de filtro lento.

B) Selección de materiales del prototipo de filtro lento

Para el desarrollo de la investigación fue necesario seleccionar el material filtrante para el filtro lento de conchas de abanico.

B.1 Selección del Material de Soporte

El material de soporte del prototipo de filtros lento se describe a continuación:

- **Grava de 50 milímetros a 19 milímetros**

Se seleccionó piedras don un tamaño que oscilan desde los 5 cm a los 1.9 cm equivalente a 2 pulgadas y $\frac{3}{4}$ de pulgadas respectivamente.



Fotografía 3.2 Grava de 50 milímetros a 19 milímetros

- **Grava de 19 milímetros a 9.5 milímetros**

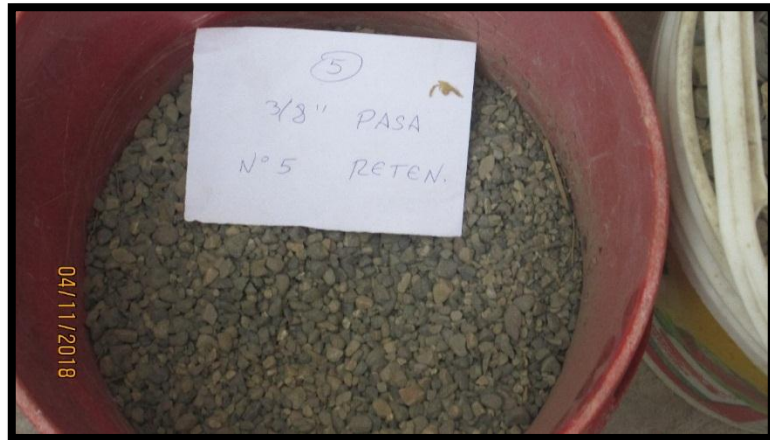
Se seleccionó piedras don un tamaño que oscilan desde los 1.9 cm a los 0.95 cm equivalente a $\frac{3}{4}$ pulgadas y $\frac{3}{8}$ de pulgadas respectivamente.



Fotografía 3.3 Grava de 19 milímetros a 9.5 milímetro

- **Grava de 9.5 milímetros a 3.0 milímetros**

Se seleccionó piedras don un tamaño que oscilan desde los 0.95 cm a los 0.3 cm equivalente a 3/8 pulgadas e inferiores a esta respectivamente.



Fotografía 3.4 Grava de 9.5 milímetros a 3.0 milímetros

B.2 Selección del Material Filtrante de los Prototipos de Filtro Lento:

- **Material Filtrante del Prototipo de Filtro Lento de Conchas de Abanico:**

Las conchas de abanico se tomaron de una cantera ubicada en el Asentamiento Humano Lomas de Villa Alta segunda Etapa, como se muestra en la siguiente figura:



Fotografía 3.5 Cantera de las conchas de abanico.

Se procedió a llenar los sacos con la concha de abanico de la cantera expuesta a los saquillos para llevarlos a la ciudad de Huaraz.



Fotografía 3.6 Recojo de las conchas de abanico de la cantera

Al ser recogidas de una cantera en medio de la arena y con restos de materia orgánica las conchas de abanico deben de ser lavadas a fin de quitarle la arena y el material orgánico que tiene:



Fotografía 3.7 Lavado de las conchas de abanico

C) Ensayos de Laboratorio del Material Filtrante de los prototipos de filtros lentos:

C.1 Ensayo de Laboratorio de Permeabilidad del material de Soporte para los Prototipos de Filtro Lento de Arena y Conchas de Abanico:

Se realizó el ensayo de laboratorio en el laboratorio de resistencia de materiales orientado a la permeabilidad del material de soporte del filtro lento de conchas de abanico.

Los materiales empleados para la prueba de permeabilidad de en laboratorio son los siguientes:



Fotografía 3.8 Piedra pomez para filtrar el agua



Fotografía 3.9 Bureta para medir el agua a filtrar.



Fotografía 3.10 Permeámetro para realizar el ensayo de laboratorio.

▪ **Ensayo de Laboratorio de Permeabilidad de la Grava de 50 milímetros a 19 milímetros:**

Se realizó la prueba de permeabilidad, a la grava de 50 milímetros a 19 milímetros de longitud y se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Cuadro 3.4 Ensayo de permeabilidad de la grava de 50 mm a 19 mm

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	4.8	500	75.43	11.60	2.80	1.381012	5.72133383
2	4.7	500	75.43	11.60	2.80	1.410395	5.843064337
3	4.9	500	75.43	11.60	2.80	1.352828	5.604571915
4	4.2	500	75.43	11.60	2.80	1.578299	6.538667234
5	4.9	500	75.43	11.60	2.80	1.352828	5.604571915
6	5.2	500	75.43	11.60	2.80	1.274780	5.281231228
7	4.5	500	75.43	11.60	2.80	1.473079	6.102756085
8	5.1	500	75.43	11.60	2.80	1.299776	5.384784781
9	4.2	500	75.43	11.60	2.80	1.578299	6.538667234
10	4.3	500	75.43	11.60	2.80	1.541594	6.386605205

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

$$K_{15\text{ °C}} = 5.900625376 \text{ cm/s.}$$

Teniendo como resultado que el coeficiente de permeabilidad para la Grava de 50 a 19 milímetros de 5.9 cm/s. a una temperatura de 15 °C.

▪ **Ensayo de Laboratorio de Permeabilidad de la Grava de 19 milímetros a 9.5 milímetros:**

Se realizó la prueba de permeabilidad, a la grava de 19 milímetros a 9.5 milímetros de longitud y se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Cuadro 3.5 Ensayo de permeabilidad de la grava de 19 mm a 9.5 mm

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	8	500	75.43	11.60	2.80	0.828607	3.432800298
2	7.89	500	75.43	11.60	2.80	0.840159	3.480659364
3	7.86	500	75.43	11.60	2.80	0.843366	3.493944324
4	7.98	500	75.43	11.60	2.80	0.830684	3.441403807
5	7.88	500	75.43	11.60	2.80	0.841225	3.485076445
6	7.92	500	75.43	11.60	2.80	0.836977	3.467475048
7	7.94	500	75.43	11.60	2.80	0.834868	3.458740854
8	7.97	500	75.43	11.60	2.80	0.831726	3.445721755
9	7.86	500	75.43	11.60	2.80	0.843366	3.493944324
10	7.99	500	75.43	11.60	2.80	0.829644	3.437096669

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

$$K_{15\text{ °C}} = 3.463686289 \text{ cm/s.}$$

Teniendo como resultado que el coeficiente de permeabilidad para la Grava de 19 a 9.5 milímetros de 3.46 cm/s. a una temperatura de 15 °C.

▪ **Ensayo de Laboratorio de Permeabilidad de la Grava de 9.5 milímetros a 3.0 milímetros:**

Se realizó la prueba de permeabilidad, a la grava de 9.5 milímetros a 3.0 milímetros de longitud y se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Cuadro 3.6 Ensayo de permeabilidad de la grava de 9.5 mm a 3.0 mm.

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	18.2	500	75.43	11.60	2.80	0.364223	1.508923208
2	18.15	500	75.43	11.60	2.80	0.365226	1.513080021
3	18.05	500	75.43	11.60	2.80	0.367250	1.521462736
4	18.21	500	75.43	11.60	2.80	0.364023	1.508094584
5	18.3	500	75.43	11.60	2.80	0.362233	1.500677726
6	18.45	500	75.43	11.60	2.80	0.359288	1.488477094
7	18.13	500	75.43	11.60	2.80	0.365629	1.514749166
8	18.46	500	75.43	11.60	2.80	0.359093	1.487670768
9	18.23	500	75.43	11.60	2.80	0.363623	1.506440065
10	18.38	500	75.43	11.60	2.80	0.360656	1.49414594

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

$$K \text{ 15 } ^\circ\text{C} = 1.504372131 \text{ cm/s.}$$

Teniendo como resultado que el coeficiente de permeabilidad para la Grava de 9.5 a 3.0 milímetros de 1.5 cm/s. a una temperatura de 15 °C.

C.2 Ensayo de Laboratorio para el Prototipo del Filtro Lento de Conchas de Abanico:

Se realizó en laboratorio el ensayo de permeabilidad y de curva granulométrica para la concha de abanico molida como material filtrante del prototipo.

▪ **Ensayo de Laboratorio de Permeabilidad para la Concha de Abanico:**

Se realizó la prueba de permeabilidad, a la concha de abanico obteniéndose la siguiente tabla de resultados:

Cuadro 3.7 Ensayo de Permeabilidad de las conchas de abanico

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	96.14	5	75.43	11.60	61.00	0.000690	0.000131118
2	107.23	5	75.43	11.60	61.00	0.000618	0.000117558
3	107.79	5	75.43	11.60	61.00	0.000615	0.000116947
4	103.12	5	75.43	11.60	61.00	0.000643	0.000122243
5	117.02	5	75.43	11.60	61.00	0.000566	0.000107723
6	120.61	5	75.43	11.60	61.00	0.000550	0.000104516
7	134.81	5	75.43	11.60	61.00	0.000492	9.35071E-05
8	122.2	5	75.43	11.60	61.00	0.000542	0.000103156
9	121.58	5	75.43	11.60	61.00	0.000545	0.000103682
10	108.25	5	75.43	11.60	61.00	0.000612	0.00011645

Coefficiente de permeabilidad:

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

$$K \text{ 15 } ^\circ\text{C} = 0.000112096 \text{ cm/s.}$$

Teniendo como resultado que el coeficiente de permeabilidad para la concha de abanico molida de 0.000112 cm/s. a una temperatura de 15 °C.

▪ **Ensayo de Laboratorio de Curva Granulométrica para la Concha de Abanico:**

Se obtuvieron de laboratorio los siguientes resultados en cuanto a la granulometría:

Cuadro 3.8 Granulometría de las conchas de abanico

Tamiz	Diámetro (mm)	W retenido	W corregido	W acumulado	W que pasa	% que pasa
30	0.595	1.4	1.40	1.40	498.60	99.72
40	0.42	8.98	8.98	10.38	489.62	97.92
50	0.297	38.79	38.79	49.17	450.83	90.17
100	0.149	409.36	409.36	458.53	41.47	8.29
200	0.075	40.82	40.82	499.35	0.65	0.13
Fondo	0	0.65	0.65	500.00	0.00	0.00
		500.0	500			
Peso de la Muestra:		500				
Perdida de material:		0.0				
Factor de Corrección:		0.000				

Cálculo del D 10:

Tabulando los valores:

% que pasa	diámetro mm
90.17 -----	0.297
10 -----	D10
8.29 -----	0.149

$$\frac{0.21-0.149}{10.53-4.22} = \frac{0.149-D10}{4.22-10}$$

$$D10 = 0.15 \text{ mm.}$$

Cálculo del D 60:

Tabulando los valores:

% que pasa	diámetro mm
90.17 -----	0.297
60 -----	D60

8.29 ----- 0.149

$$\frac{1 - 0.841}{63.56 - 54.84} = \frac{0.841 - D_{60}}{54.84 - 60}$$

D60 = 0.24 mm.

Hallando el Coeficiente de Uniformidad

$$CU = D_{60} / D_{10}$$

$$CU = 1.59$$

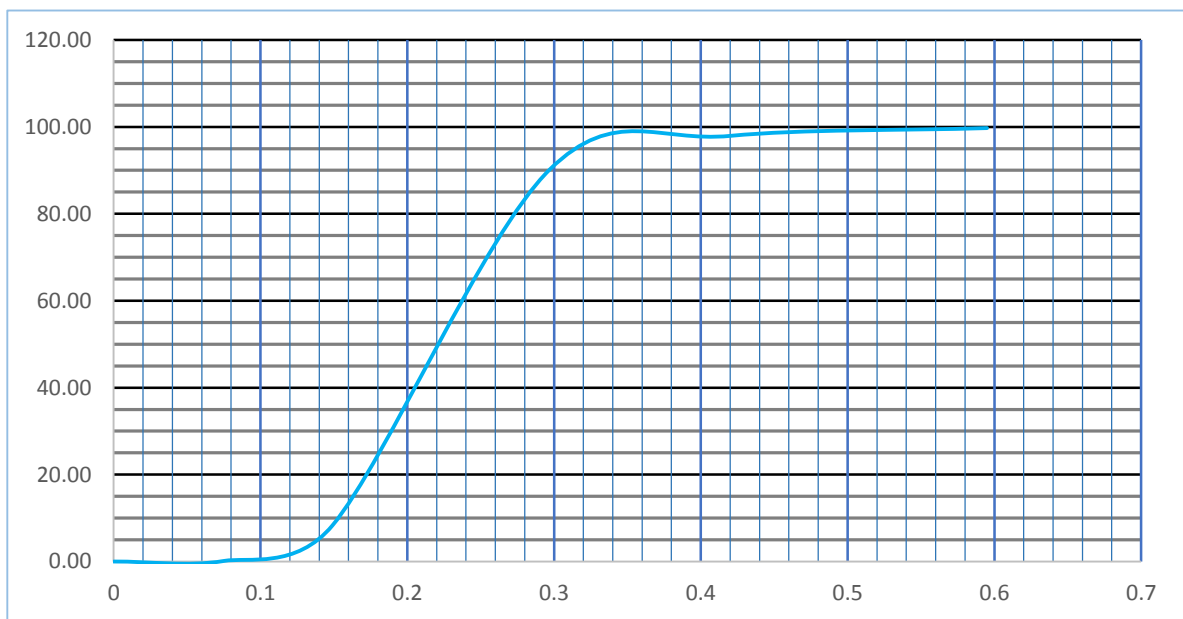


Figura 3.3 Granulometría de las conchas de abanico

D) Montaje del prototipo del filtro lento de conchas de abanico

El montaje del prototipo de filtro lento de conchas de abanico es efectuado dentro de la planta de tratamiento de agua potable de la JASS Shirapampa ubicada en Jamancajirca, el sistema de prototipo funciona a gravedad de acuerdo con las consideraciones del diseño propuesto para el buen funcionamiento.

D.1 Sistemas de prototipos

D.1.1 Sistema de Conducción de Agua Cruda

Materiales:

1. Tubo PVC Simple Presión de ½" x 5 m
2. Codos PVC 90° de ½"
3. Tee PVC-P sp de ½"



Fotografía 3.11 Accesorios para la conducción del agua cruda.

Se capta el agua cruda de la línea que alimenta de agua cruda al tanque de cloración de la planta de tratamiento de agua potable de la Jass Shirapampa, la línea de derivación es de ½” pulgada. Se deriva con una tee de ½” y apoyándose en los codos de ½” se llega con la tubería de ½” al prototipo de filtro lento, donde el primer punto de entrada es el desarenador a escala a fin de disminuir la cantidad de sólidos.



Fotografía 3.12 Conducción de agua cruda

1. De la tubería que de agua cruda se deriva el agua cruda con una tee de ½” de diámetro con una longitud de 10.75 metros, hasta el prototipo de filtro lento.
2. Se tiene en trayecto 03 codos de ½ “de diámetro.
3. La línea de agua cruda llega al prototipo de filtro lento a través de un sistema de llaves al desarenador a escala.

D.1.2 Sistema de Desarenadores a Escala

Materiales:

1. Vaso de plástico transparente de 7 cm de diámetro.
2. Malla metálica de 7 centímetros de largo.
3. Sorbete de plástico.



Fotografía 3.13 Desarenador a escala

El desarenador a escala es colocado a la entrada de cada prototipo de filtro lento de concha de abanico a fin de retener las partículas en suspensión y reducir el tiempo de saturación de los filtros.



Fotografía 3.14 Desarenador a escala instalado en prototipo

La instalación del desarenador a escala se dio para el prototipo de filtro lento de conchas de abanico.

D.1.3 Sistema de Filtro de Conchas de Abanico

Se contó con un prototipo de filtro lento de conchas de abanico donde se divide su estructura y armado en los siguientes pasos:

- **Sistema de Ingreso de Caudal**

El sistema de ingreso de agua cruda al prototipo de filtros lento cuenta con un ingreso de caudal a fin de que se mantenga un caudal uniforme y para tal se requirió de los siguientes materiales:

Materiales:

1. 01 Tee PVC-P sp de ½"
2. Tubo PVC Simple Presión de ½"
3. 04 Niples de PVC de ½"
4. 02 Codos PVC 90° de ½"



Fotografía 3.15 Sistema repartidor de caudal de los prototipo

- **Armado del Prototipo de Concha de Abanico**

Se emplearon los siguientes materiales para la construcción del prototipo en mención:

Materiales

1. 02 tubo de PVC Alcantarillado S-25 de 200mm x 1.50 m
2. 02 tubo PVC Simple Presión de ½" x 5 m
3. 06 Niples Galvanizados de ½" X 1"
4. 12 uniones Mixtas SP/Rosca interna de ½" PVC
5. 16 transiciones de ½" PVC
6. 24 empaquetaduras de ¾" de jebe
7. 02 tapón de 200mm PCV Alcantarillado
8. 08 Válvulas de PVC de ½" con Rosca
9. 04 Cintas teflón de ½"
10. 06 Tees PVC-P sp de ½"
11. 01 pegamentos para PVC 4 OZ Azul Oatey



Fotografía 3.16 Tubería de 8 pulgadas para el cuerpo del prototipo



Fotografía 3.17 Accesorios para la instalación



Fotografía 3.18 Transiciones de PVC



Fotografía 3.19 Tees PVC



Fotografía 3.20 Valvulas de PVC



Fotografía 3.21 Tuberia de 1/2" PVC



Fotografía 3.22 Cintas teflón.



Fotografía 3.23 Empaquetaduras de jebe



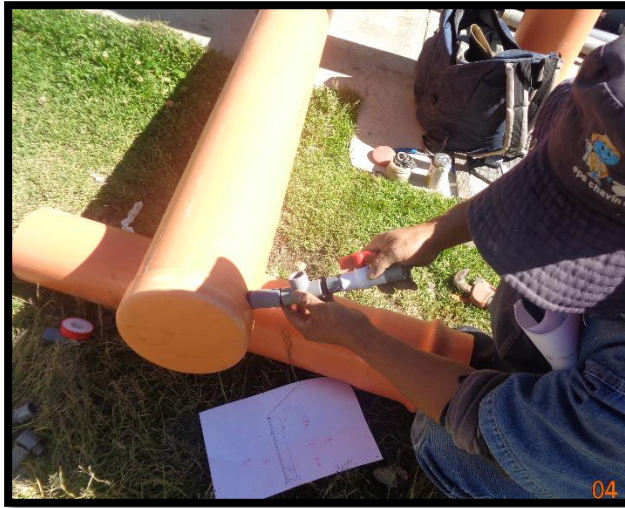
Fotografía 3.24 Punto de salida de agua filtrada

Se colocó los Niples Galvanizados a la base de ambos tubos de alcantarillado de 200 mm esto es la salida del agua filtrada, sobre los niples se colocará las empaquetaduras de jebes de ¾” para sellar la abertura de posibles fugas de agua.



Fotografía 3.25 Instalación de los niples

Se coloca las uniones mixtas SP/rosca interna a cada extremo del niple galvanizado esto procedimiento se realizó en los tres orificios de la tubería de 200 mm de alcantarillado sanitario (el armazón del prototipo del filtro lento), en el de agua filtrada, rebose e ingreso de agua cruda.



Fotografía 3.26 Instalación de válvulas en el punto de salida de agua



Fotografía 3.27 Punto de ingreso al prototipo de filtro lento



Fotografía 3.28 Prototipo parcialmente terminado

Se aprecia un prototipo de filtro lento terminado, donde en la parte inferior sale un orificio de $\frac{1}{2}$ " derivándose en una tee de $\frac{1}{2}$ " que es por donde fluirá el agua filtrada recolectándose la muestra por la válvula de $\frac{1}{2}$ " que se encuentra al centro del prototipo ya que se requiere mantener la velocidad de flujo apropiada, aprovechando la gradiente hidráulica, y la válvula superior es la que regula el ingreso del agua cruda al filtro.

- **Instalación del Prototipo de Concha de Abanico**

La instalación del prototipo de filtro lento se realizó la JASS Shirapampa, donde se acoplo al sistema de la planta de tratamiento de agua potable de JASS, acoplándose al sistema de alimentación, incorporándose el sistema de muestreo de agua cruda.

Materiales

1. Tubo PVC Simple Presión de 1/2" x 1 m
2. 01 válvula de PVC de 1/2" con Rosca
3. 01 Tee PVC-P sp de 1/2"
4. 02 transiciones de 1/2" PVC



Fotografía 3.29 Traslado del prototipo y del material filtrante

Se descargó el prototipo, así como el material filtrante y la grava soporte del laboratorio de resistencia de materiales de la UNASAM



Fotografía 3.30 Instalación del prototipo de filtro lento

Se acopló al sistema de filtros gemelos, al ingreso de flujo de agua una válvula de $\frac{1}{2}$ " , que servirá como punto de muestreo del agua cruda, donde se empalmará al sistema de alimentación de agua cruda, que abastece a ambos prototipos de filtro lento de arena y concha de abanico.



Fotografía 3.31 Asesoría durante el proceso de instalación

Se contó con la asesoría del Ing Elvis Espíritu Espíritu asesor de la tesis en mención con quien se elaboró paso a paso la ejecución en campo de la instalación de los prototipos.

- **Instalación del Material Filtrante al Prototipo de Concha de Abanico.**

Luego de haberse instalado el prototipo de filtro lento en campo se procedió a depositar el material de grava soporte y el material filtrante en el filtro lento de conchas de abanico.

Materiales

- Conchas de Abanico Molidas $D_{10}=0.15\text{mm}$
- Grava de 50mm a 19mm
- Grava de 19mm a 9.5mm
- Grava de 9.5mm a 3mm



Fotografía 3.32 Altura del cuerpo del prototipo de filtro lento



Fotografía 3.33 Instalación de la grava como medio soporte

Se lava la grava de 50mm a 19mm, antes de ser colocados al prototipo de filtro lento esto a fin de evitar que el filtro emita agua con altos valores de turbiedad proveniente de la grava en mención.



Fotografía 3.34 Instalación de la grava soporte

Se llenó la grava soporte de 50mm a 19mm, a una altura de 0.15 m lo que se corrobora en la imagen con la wincha a una altura de 1.35 m. esto es para el prototipo de filtro lento de conchas de abanico.



Fotografía 3.35 Grava lavada de 19mm a 9.5mm

Se lavó la grava de 19mm a 9.5mm a fin de evitar que el material orgánico e inorgánico contamine el prototipo de conchas de abanico.



Fotografía 3.36 Instalación de grava soporte

Se llenó la grava de 19mm a 9.5mm al prototipo de filtro lento previamente lavados como se aprecia en la imagen.



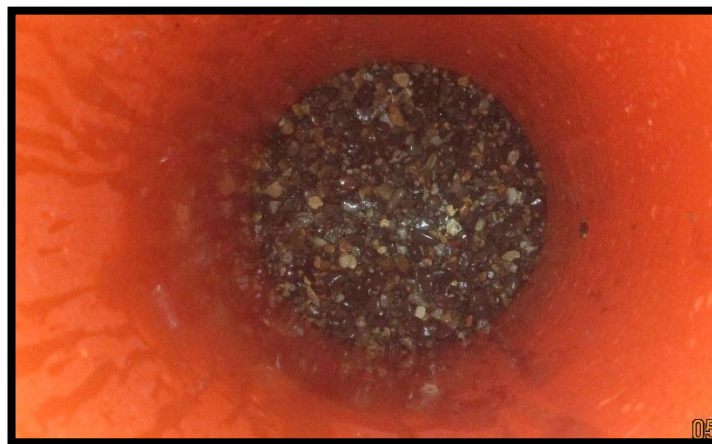
Fotografía 3.37 Altura de la grava

La grava de 19mm a 9.5mm tiene una altura de 0.05m por lo que la altura medida de la wincha es de 1.30m



Fotografía 3.38 Grava lavada

Se lavó la grava de 9.5mm a 3mm a fin de evitar que el material orgánico e inorgánico contamine el prototipo de concha de abanico.



Fotografía 3.39 Instalación de grava soporte de 9.5mm a 3mm

Se llenó la grava de 9.5mm a 3mm al prototipo de filtro lento previamente lavados como se aprecia en la imagen.



Fotografía 3.40 Altura de grava de 9.5mm a 3mm

La grava de 9.5mm a 3mm tiene una altura de 0.05m por lo que la altura medida de la wincha es de 1.25m



Fotografía 3.41 Conchas de abanico molida

En el prototipo de filtro lento se empleó conchas de abanico molidas como se aprecia en la imagen.



Fotografía 3.42 Instalación de la concha de abanico

Se procedió a vaciar la concha de abanico molido al prototipo destinado a ser el filtro lento de conchas de abanico, lográndose una altura de 0.80 metros como lo estipula el diseño.

D.2 Condiciones hidráulicas del sistema

D.2.1 Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño, como velocidad de filtración, coeficiente de permeabilidad, diámetro específico de las partículas de concha de abanico y coeficiente de uniformidad se muestran en el cuadro 2.10

Cuadro 3.9 Parámetros de diseño

N°	Parámetros	Dato	Fuente
1	Velocidad de Filtración	0.30 m/h	Torres, Villanueva, 2014
2	Coeficiente de Permeabilidad grava de 50mm – 19mm	5.9 cm/s.	Análisis de la permeabilidad en laboratorio
3	Coeficiente de Permeabilidad grava de 19mm – 9.5mm	3.46 cm/s.	Análisis de la permeabilidad en laboratorio
4	Coeficiente de Permeabilidad grava de 9.5mm – 3mm	1.5 cm/s.	Análisis de la permeabilidad en laboratorio
5	Coeficiente de Permeabilidad de la concha de abanico	0.000112 cm/s.	Análisis de la permeabilidad en laboratorio
6	Diámetro Especifico de la concha de abanico	0.15 mm	Ensayo de mallas en laboratorio
7	Coefficiente de Uniformidad de la concha de abanico	1.59	Ensayo de mallas en laboratorio

D.2.2 Dimensiones del prototipo de filtro lento de concha de abanico

El prototipo de filtro lento de conchas de abanico funciona por gravedad donde el agua ingresa de forma vertical de arriba hacia abajo pasando por el medio filtrante donde queda retenido la materia orgánica e inorgánica, así como parásitos y huevo de parásitos. Dicho prototipo cuenta con un desarenador tamaño escala a fin de retener las partículas de gran tamaño y evitar la sobresaturación del filtro y sus dimensiones se muestran en los cuadros 3.10 y 3.11

Cuadro 3.10 Dimensiones de los prototipos de filtro lento

Dimensión	Filtro Concha de Abanico
Diámetro del filtro	0.20 m
Altura de la grava (50mm-19mm)	0.15 m
Altura de la grava (19mm-9.5mm)	0.05 m
Altura de la grava (9.5mm-3mm)	0.05 m
Altura del medio filtrante	0.8 m
Altura de filtro	1.5 m

Cuadro 3.11 Dimensiones del desarenador a escala

Dimensión	Desarenador
Longitud Efectiva	7 cm
Ancho Efectivo	7 cm
Profundidad de decantación	3.6 cm

D.2.3 Determinación del coeficiente de permeabilidad para el filtro lento de concha de abanico

Luego del ensayo de laboratorio se tiene los coeficientes de permeabilidad para cada material ensayado como las gravas, y la concha de abanico molida, sin embargo, para efectos de cálculo es necesario determinar el coeficiente de permeabilidad equivalente para el prototipo de concha de abanico. En el cuadro 17, se presenta los cálculos de permeabilidad para cada uno de los lechos dispuestos en el prototipo a nivel de laboratorio.

Cuadro 3.12 Permeabilidad y altura del material filtrante.

Permeabilidad de laboratorio	Valor	Altura
Coeficiente de Permeabilidad grava de 50mm – 19mm	5.9 cm/s.	15 cm.
Coeficiente de Permeabilidad grava de 19mm – 9.5mm	3.46 cm/s.	5 cm.
Coeficiente de Permeabilidad grava de 9.5mm – 3mm	1.5 cm/s.	5 cm.
Coeficiente de Permeabilidad de concha de abanico	0.000112 cm/s.	80 cm.

Para el cálculo de la permeabilidad promedio vertical se emplea la

$$K_v = \frac{B}{\sum \frac{b_i}{K_i}}$$

siguiente formula:

Donde:

Kv= Conductividad hidráulica equivalente

Ki= Conductividad hidráulica de cada capa

bi= Espesor de cada capa

B= Espesor total, suma de todos los espesores

De acuerdo a la formula expuesta, la **permeabilidad para el filtro lento de concha de abanico fue de:** Kv (concha de abanico) = 0.000147 cm/s.

D.2.4 Caudal de diseño (Qd)

Para obtener el caudal de diseño idóneo para la presente investigación se ajustó la ecuación de diseño de filtros lentos a fin de mantener la velocidad recomendada de diseño acorde al área de filtración disponible, como se presenta en la siguiente formula:

$$As = (Q) / (N * Vf) \dots\dots\dots(I)$$

Donde:

As: Área Superficial (m²)

Q: Caudal (m³/hr)

N: Número de unidades

Vf: Velocidad de filtración (m/hr)

Cuadro 3.13 Caudal de diseño para el prototipo de filtro lento de conchas de abanico

	Velocidad de Filtración (m/h)	Número de Filtros (unid)	Diámetro del filtro (m)	Área del filtro lento (m ²)	Caudal	
					ml/s	L/s
Resultado	0.3	01	0.2	0.0314	2.617	0.002617

Por lo tanto, el caudal de diseño para el prototipo de filtro lento de conchas de abanico es de 2.617 ml/s, equivalentes a 0.002617 l/s.

• **Dosificación del caudal**

- Caudal de entrada: 0.002617 l/s
- Caudal de Dosificación: 157 ml/min.

• **Pérdida de carga en el medio filtrante**

Calcular la Pérdida de carga en el medio filtrante mediante la siguiente ecuación:

$$(H1 - H2) = Vf / (K*L)$$

Donde:

H1: Pelo de agua cruda

H2: Pelo de agua tratada

Vf: Velocidad de filtración

K: Coeficiente de permeabilidad

L: Longitud de la capa filtrante

Con la ecuación descrita, se procedió a calcular la pérdida de carga en el prototipo de filtro lento de concha de abanico, como se muestra en el cuadro 3.14

Cuadro 3.14 Pérdida de carga en prototipo de filtro lento de conchas de abanico

	Velocidad de Filtración (m/h)	Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)	Longitud del medio filtrante (m)	Pérdida de Carga (H1-H2)	
				(cm)	(mm)
Resultado	0.3	0.00014 7	1.05	0.5399	5.399

La pérdida de carga en el prototipo de filtro lento de concha de abanico es de 5.399 milímetros, siendo esta mayor que el del prototipo de filtro de arena ya que el coeficiente de permeabilidad es mucho menor que el de la arena, por ende, su mayor pérdida de carga.

E) Mediciones analíticas

E.1 Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos se realizaron los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre del 2018 esto con el apoyo del laboratorio de calidad ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales de la UNASAM, las muestras tomadas se realizaron de forma inter diaria, siendo los días lunes, miércoles, viernes salvando eventualidades, totalizando 17 semanas de análisis.

Cada día de análisis se tomó 02 muestras, una correspondiente al agua cruda que es la que ingresa al filtro lento, la segunda es una muestra de agua filtrada del filtro lento de concha de abanico, como se muestra en el siguiente esquema:

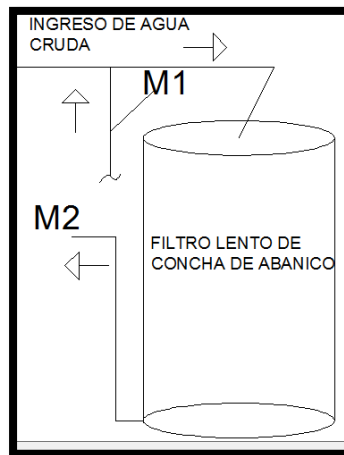


Figura 3.4 Puntos de muestreo en prototipo.

Donde:

M1: Es el punto de muestreo del agua cruda proveniente del río Casca

M2: Es el punto de muestreo del agua filtrada del prototipo de filtro lento de concha de abanico.

Los parámetros analizados fueron, pH (medido en laboratorio), Sólidos Totales en Suspensión, Temperatura (medido en laboratorio), Turbiedad (medido en laboratorio) esto debido al costo del alquiler de los equipos y la elevada frecuencia del muestreo siendo un total de 35 muestras para cada punto de muestreo.

Las muestras se tomaron en frascos de plástico blanco de un litro de capacidad para los 04 parámetros como se muestra en la siguiente imagen.



Fotografía 3.43 Frascos de muestras de agua cruda y filtrada.

Cada frasco tiene agua de los 02 puntos de muestreo M1 (agua cruda del río casca), M2 (Agua filtrada del prototipo de conchas de abanico).

➤ **Temperatura**

Para la medición de la temperatura se realizó en el laboratorio de calidad ambiental de la facultad de ciencias ambientales de la

UNASAM, plasmándose los resultados en los reportes de laboratorio, se tomó la temperatura para los dos puntos de muestreo M1, M2 según el método APHA 2550 B.

Medición

Se tomó los datos de temperatura en los puntos mencionados en los horarios de 10:00 am de forma inter diaria siendo los días los lunes, miércoles y viernes durante el tiempo de duración de la investigación.

➤ **Potencial de hidrogeno (PH)**

La medición del pH, se realizó también en laboratorio empleándose el método APHA 4500-HB. Versión 2012.

El horario y los puntos de la toma de datos fue el mismo horario de la temperatura.

➤ **Sólidos totales en suspensión (STS)**

La medición de los sólidos totales en suspensión se realizó en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Para la medición se realizó de acuerdo a la metodología estándar de la APHA 2540 D (American Public Health Association), que tiene los siguientes procedimientos:

- Colocar el filtro en el embudo de filtración. Aplicar vacío y enjuagar con tres porciones de 20 mL de agua destilada. Continuar la succión hasta eliminar totalmente el agua. Secar en estufa 103-105°C por 1 hora en un soporte de porcelana o similar.
- Una vez que se obtuvo el peso constante del filtro, pesarlo inmediatamente antes de usarlo.

- Colocar el filtro en el embudo de filtración, mojar el filtro con una pequeña cantidad de agua destilada.
- Tomar un volumen de muestra homogeneizada que de un residuo seco entre 2.5 y 200 mg. Verter el volumen medido en el embudo de filtración. Comenzar la succión. Lavar 3 veces sucesivas con 10 mL de agua destilada cada vez, permitiendo un completo drenaje en los lavados. Continuar la succión por 3 minutos hasta que la filtración sea completa.
- Remover el filtro y colocarlo sobre un soporte de porcelana. Secar por 1 hora a 103-105°C en estufa, enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado, y pesado hasta peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor que el 4% del peso previo o 0.5 mg.

Medición:

Para la medición de los sólidos suspendidos totales se tomó en los dos puntos M1, M2, como los parámetros anteriores.

➤ **Turbiedad**

La medición de la turbiedad se realizó en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, empleándose el método APHA 2130 B.

El horario y los puntos de la toma de datos fue el mismo horario de los tres parámetros anteriores.

E.2 Balance de masas para cada filtro lento

Para el cálculo de balance de masas se ha seguido con el siguiente procedimiento:

$$\Delta \sigma \cdot Q \cdot \Delta t = \text{Volumen de partículas removidas en suspensión.....1}$$

$$\Delta C \cdot A \cdot \Delta L = \text{Volumen de partículas removidas en suspensión.....2}$$

Igualando ambas ecuaciones, se obtiene:

$$\Delta\sigma \cdot Q \cdot \Delta t = -\Delta C \cdot A \cdot \Delta L$$

Donde:

Q = Caudal

Δt = Intervalo de tiempo

$\Delta\sigma$ = Variación del depósito específico absoluto

A = Área

ΔL = Espesor del medio filtrante

➤ **Balance de masas para la turbiedad del filtro lento de arena**

En el cuadro 3.15 se presenta el balance de masa para la turbiedad para el filtro lento de arena, observándose que se tiene valores picos altos de 900.2 UNT de retención y valores inferiores de 0.3 UNT de retención, esto quiere decir que en filtro lento quedó retenido dicha cantidad de turbiedad durante el proceso de filtración, esto está en proporción al área del filtro, la velocidad de filtración el tiempo de filtración, el área del filtro, el espesor del filtro y el caudal a filtrar.

El depósito específico absoluto del filtro presentó en promedio 95.15 UNT de turbiedad para que dicha filtración se lleve a cabo.

Cuadro 3.15 Balance de masas para la turbiedad del filtro lento de arena

Variación del depósito específico absoluto	Área del filtro lento	Espesor del medio filtrante	Velocidad de Filtración	Variación del tiempo	Caudal
$\Delta\sigma$ (UNT)	A m^2	ΔL m	V m/s	Δt s	Q $m^3/seg.$
128.83	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
11.0	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
105.8	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
7.8	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
27.9	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
40.6	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
56.8	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
74.7	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
100.1	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
6.9	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617

58.2	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
38.4	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
29.5	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
9.2	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
29.2	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
91.3	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
117.6	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
89.0	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
8.9	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
1.1	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
45.6	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
204.7	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
445.3	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
296.0	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
33.0	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
30.5	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
32.2	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
900.2	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
260.7	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
12.6	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
20.5	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
11.4	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.7	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
3.9	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.3	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617

➤ **Balance de masas para la turbiedad del filtro lento de conchas de abanico**

En el cuadro 3.16 se presenta el balance de masa para el depósito específico absoluto de la turbiedad para el filtro lento de conchas de abanico, observándose que se tiene valores picos altos de 903.83 UNT de retención y valores inferiores de 2.30 UNT de retención esto quiere decir que en filtro lento quedo retenido dicha cantidad de turbiedad durante el proceso de filtración, esto está en proporción al área del filtro, la velocidad de filtración el tiempo de

filtración, el área del filtro, el espesor del filtro y el caudal a filtrar como se presenta en la tabla superior.

Teniendo como promedio una variación del depósito específico absoluto del filtro 98.16 UNT de turbiedad para que dicha filtración se lleve a cabo.

- **Balance de masas para los sólidos totales en suspensión del filtro lento de arena**

En el cuadro 3.17 se presenta el balance de masa para el depósito específico absoluto de los sólidos suspendidos totales para el filtro lento de arena, observándose que se tiene valores picos altos de 698.91 mg/ltr de solidos suspendidos totales de retención y valores inferiores de 0.0 mg/ltr de solidos suspendidos totales de retención esto quiere decir que en filtro lento quedo retenido dicha cantidad de solidos suspendidos totales durante el proceso de filtración, esto está en proporción al área del filtro, la velocidad de filtración el tiempo de filtración, el área del filtro, el espesor del filtro y el caudal a filtrar como se presenta en la tabla superior.

Teniendo como promedio una variación del depósito específico absoluto del filtro 126.71 mg/L de solidos suspendidos totales para que dicha filtración se lleve a cabo.

- **Balance de masas para los sólidos totales en suspensión del filtro lento de conchas de abanico**

En el cuadro 3.18 se presenta el balance de masa para el depósito específico absoluto de los sólidos suspendidos totales para el filtro lento de conchas de abanico, observándose que se tiene valores picos altos de 677.91 mg/ltr de solidos suspendidos totales de retención y valores inferiores de 0.0 mg/ltr de solidos suspendidos totales de retención esto quiere decir que en filtro lento quedo

retenido dicha cantidad de solidos suspendidos totales durante el proceso de filtración, esto está en proporción al área del filtro, la velocidad de filtración el tiempo de filtración, el área del filtro, el espesor del filtro y el caudal a filtrar como se presenta en la tabla superior.

Con promedio y una variación del depósito específico absoluto del filtro 129.57 mg/L de solidos suspendidos totales para que dicha filtración se lleve a cabo.

Cuadro 3.16 Balance de masas para turbiedad del filtro lento de conchas de abanico

Variación del depósito específico absoluto	Área del filtro lento	Espesor del medio filtrante	Velocidad de Filtración	Variación del tiempo	Caudal
$\Delta\sigma$ (UNT)	A m^2	ΔL m	V m/s	Δt s	Q $m^3/seg.$
139.34	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
10.97	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
118.20	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
40.95	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
27.92	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
40.38	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
62.51	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
77.84	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
101.14	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
7.20	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
50.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
36.34	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
25.49	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06

1.95	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
14.10	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
87.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
118.68	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
88.66	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
18.70	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
4.30	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
47.11	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
211.80	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
444.36	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
298.61	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
34.47	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
69.69	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
38.36	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
903.83	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
256.82	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
9.70	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
29.60	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
2.30	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
8.08	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
4.51	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
2.70	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06

Cuadro 3.17 Balance de masas para los sólidos totales en suspensión del filtro lento de arena

Variación del depósito específico absoluto	Área del filtro lento	Espesor del medio filtrante	Velocidad de Filtración	Variación del tiempo	Caudal
$\Delta\sigma$ (UNT)	A m^2	ΔL m	V m/s	Δt s	Q $m^3/seg.$
429.95	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
20.10	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
231.97	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
25.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
52.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
75.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
65.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
133.98	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
162.98	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
76.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
56.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
81.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
5.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
23.10	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
27.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
214.97	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
132.98	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
17.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
59.09	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
337.96	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
686.91	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
564.93	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
59.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
72.99	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
38.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
489.94	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
277.06	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
12.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
1.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617

0.10	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617
0.00	0.0314	1.05	8.33333E-05	12600	0.000002617

Cuadro 3.18 Balance de masas para los sólidos totales en suspensión del filtro lento de conchas de abanico

Variación del depósito específico absoluto	Área del filtro lento	Espesor del medio filtrante	Velocidad de Filtración	Variación del tiempo	Caudal
$\Delta\sigma$ (UNT)	A <i>m²</i>	ΔL <i>m</i>	V <i>m/s</i>	Δt <i>s</i>	Q <i>m³/seg.</i>
449.94	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
20.10	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
234.07	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
49.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
49.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
76.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
75.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
138.98	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
176.98	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
5.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
72.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
55.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
58.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
4.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
23.10	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
29.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
211.97	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
132.98	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06

			05		
26.10	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
0.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
59.09	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
346.96	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
677.91	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
568.93	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
69.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
102.99	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
52.09	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
500.94	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
248.97	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
9.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
5.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
0.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
0.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
0.10	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06
0.00	0.0314	1.05	8.3333E-05	12600	2.617E-06

E.3 Determinación del caudal en forma puntual del filtro lento de conchas de abanico.

Según el cuadro 3.19, el caudal fue tomado al ingreso y salida del prototipo de filtro lento de conchas de abanico de forma puntual al momento de regular el caudal de ingreso al caudal de diseño el dato fue tomado el 16/06/2018 donde se aprecia que el caudal registrado se aproxima al caudal de diseño.

Cuadro 3.19 Caudal puntual del prototipo de filtro lento de conchas de abanico.

Nº	CAUDAL INGRESO Qprom (ml/s)	CAUDAL SALIDA Qprom (ml/s)
01	2.57	2.43

3.4 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 Métodos de análisis de datos

El análisis de datos consistió en el procesamiento de los resultados obtenidos en el programa de Excel pudiendo representarlo mediante gráficas para luego proceder a comparar, analizar y explicar; con la finalidad de determinar la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de filtro lento, así mismo se realizó el análisis estadístico descriptivo para los parámetros (solidos totales en suspensión y turbiedad) para la investigación.

3.4.2 Periodo del Proyecto de Investigación

El sistema de prototipos de filtro lento de arena y concha de abanico fue puesto en marcha el 16/06/2018 donde se culminó con la instalación del sistema en campo y los análisis de laboratorio se iniciaron el 20/06/2018 hasta el 12/10/2018, es decir, un total de 17 semanas.

Cuadro 3.20 Periodos del Proyecto de Investigación

Periodo	Fecha de Inicio	Fecha Fin	Duración
Evaluación del sistema	20/06/2018	12/10/2018	17 semanas

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Los resultados se presentan teniendo en cuenta los parámetros evaluados, es decir se describirá la eficiencia en el tratamiento del agua del afluente y efluente del prototipo de filtro lento de conchas de abanico a fin de determinar la variación de cada uno de los parámetros de acuerdo al reglamento de calidad de agua para consumo humano, entre tanto que el agua cruda que es el afluente se evaluará con los estándares de calidad ambiental para agua acorde al Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

Se realizó el monitoreo de pH, temperatura, sólidos totales en suspensión y turbiedad de forma inter diaria durante tres días a la semana siendo estos los lunes, miércoles y viernes durante el periodo de la investigación los cuales contrastan y demuestran la hipótesis planteada; así también se analizó el agua que ingresa al prototipo de filtro lento de forma puntal para establecer la caracterización correspondiente en la presente investigación, además se determinó el caudal de ingreso y salida del prototipo de filtro lento de concha de abanico de manera puntal en un día.

Uso de la normativa OS.020: Los procedimientos, parámetros, términos y definiciones, cálculo de grados de tratamiento, características de instrumentos, aspectos básicos y los cálculos de las diferentes medidas para características efectuados que se aplicó en esta investigación en el proceso de ejecución concierne a las normas de plantas de tratamiento de agua para consumo humano, que pertenece a las normas de obras de saneamiento, que a su vez pertenece a la normatividad del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), emitida por DS N°011-2006-VIVIENDA (Reglamento Nacional de Edificaciones 2006).

La razón por la que se usa esta normativa es por el año de la ejecución del plan de tesis el 2017, el DS N°011-2006-VIVIENDA, estuvo vigente en temas que se relacionan al tema de investigación; por otro lado, los procedimientos técnicos que se realizó en la construcción de los filtros, el proceso de

extracción de las muestras, las medidas y entre otros, están alineadas a lo que se indica en la mencionada normativa.

4.1 Parámetros del agua de entrada al prototipo de filtro lento de conchas de abanico

El agua de entrada al prototipo, procedente del río Casca, según el cuadro 4.1, presentó valores mínimos 5.84UNT, 17.1°C, 6.54 y 0.9mg/L y máximos de 909UNT, 21.1°C, 7.53 y 696mg/L para la turbidez, temperatura, pH y los sólidos en suspensión respectivamente, variación influenciada por las condiciones climatológicas durante los días realizado los ensayos.

Cuadro 4.1 Parámetros de análisis del agua a la entrada del prototipo de filtro lento de conchas de abanico.

Ensayo		Turbiedad	Temperatura	pH	Sólidos Suspendedos
Nº	Fecha	UNT	Tº(°C)		(mg/L)
1	20/06/2018	144.5	19.12	6.71	455
2	27/06/2018	18.25	18.3	7.26	21
3	04/07/2018	119	18.2	7.48	235
4	06/07/2018	43.95	17.3	7.42	56
5	11/07/2018	32.4	18.6	7.14	58
6	13/07/2018	43.85	17.9	7.43	82
7	16/07/2018	65.86	18.7	7.22	81
8	18/07/2018	78.6	17.8	7.23	153
9	20/07/2018	103.5	18.4	7.35	191
10	01/08/2018	17.6	19.5	7.17	14
11	03/08/2018	61.45	18.2	6.59	100
12	06/08/2018	44.8	17.7	7.09	80
13	08/08/2018	33.35	20.1	6.94	102
14	15/08/2018	15.8	19.3	6.88	8
15	17/08/2018	33	20	6.72	24
16	20/08/2018	100	21	7.03	36
17	22/08/2018	131.5	20.4	7.01	216
18	24/08/2018	96.5	20.8	7.52	142
19	27/08/2018	25.6	19.3	7.35	27
20	29/08/2018	7.14	19	7.09	0.9
21	31/08/2018	51.1	20	7.01	60
22	05/09/2018	216	17.1	6.94	350
23	07/09/2018	450	19	7.53	696
24	10/09/2018	301	18.8	7.29	590
25	12/09/2018	40.4	19.2	6.92	89
26	14/09/2018	84.2	18.8	7.35	120
27	17/09/2018	43.8	19.3	7.32	53
28	19/09/2018	909	19.8	7.12	513
29	21/09/2018	264.5	19.1	6.54	278

30	24/09/2018	15.1	19.1	7.35	16
31	26/09/2018	34.8	19.3	7.51	8
32	28/09/2018	14.95	21.1	7.17	0.9
33	01/10/2018	14.45	19.4	7.15	0.9
34	09/10/2018	11.1	19.7	7.14	1
35	12/10/2018	5.84	19.4	7.1	0.9

4.2 Parámetros del agua de salida del prototipo de filtro lento de conchas de abanico

El agua de entrada al prototipo, procedente del río Casca, según el cuadro 4.2, presentó valores mínimos 0.75UNT, 17.0°C, 7.0 y 0.9mg/L y máximos de 14.5UNT, 22.1°C, 9.08 y 43mg/L para la turbidez, temperatura, pH y los sólidos en suspensión respectivamente, variación influenciada por las características y propiedades de los materiales que conformaron el prototipo.

Cuadro 4.2 Parámetros de análisis del agua a la salida del prototipo de filtro lento de conchas de abanico.

Ensayo		Turbiedad	Temperatura	pH	Sólidos Suspendidos
Nº	Fecha	UNT	T°(°C)		(mg/L)
1	20/06/2018	5.14	19.11	7.00	5.0
2	27/06/2018	7.28	18.4	8.72	0.9
3	04/07/2018	0.78	18.8	8.85	0.9
4	06/07/2018	2.99	17.8	8.74	6.0
5	11/07/2018	4.48	18.9	8.68	8.0
6	13/07/2018	3.46	18.1	8.43	5.0
7	16/07/2018	3.34	18.5	8.34	5.0
8	18/07/2018	0.75	17.8	8.53	14.0
9	20/07/2018	2.35	18.1	5.90	14.0
10	01/08/2018	10.4	19.6	8.61	9.0
11	03/08/2018	10.45	17.9	8.52	27.0
12	06/08/2018	8.46	17.5	8.64	24.0
13	08/08/2018	7.86	20.2	8.34	43.0
14	15/08/2018	13.85	19.1	8.46	4.00
15	17/08/2018	18.9	20.1	8.42	0.90
16	20/08/2018	12	21.1	8.42	7.00
17	22/08/2018	12.8	20.3	8.30	4.00
18	24/08/2018	7.83	20.8	8.32	9.00
19	27/08/2018	6.9	19.2	8.82	0.90
20	29/08/2018	2.84	18.9	8.78	0.90
21	31/08/2018	3.98	19.8	8.72	0.90
22	05/09/2018	4.17	17.0	8.87	3.00
23	07/09/2018	5.58	18.3	7.88	18.0
24	10/09/2018	2.35	18.6	9.05	21.0
25	12/09/2018	5.93	19.4	8.95	19.0
26	14/09/2018	14.5	18.3	8.99	17.0

27	17/09/2018	5.44	19.6	9.08	0.90
28	19/09/2018	5.05	18.0	8.97	12.0
29	21/09/2018	7.65	19.8	8.19	29.0
30	24/09/2018	5.4	19.8	7.85	7.0
31	26/09/2018	5.2	19.8	8.86	3.0
32	28/09/2018	12.65	22.1	8.19	0.90
33	01/10/2018	6.37	20.3	8.66	0.90
34	09/10/2018	6.59	18.6	8.51	0.90
35	12/10/2018	3.14	19.2	8.72	0.90

4.3 Eficiencia de la filtración en prototipo de filtro lento de conchas de abanico.

4.3.1 Eficiencia de conchas de abanico en la remoción de turbidez

En la figura 4.1, se observa fuerte diferencia entre las turbiedades que presentó el agua a la entrada y salida del prototipo, manifestándose como máxima y mínima de 678 y 0 UNT respectivamente, resultado que demuestra que el prototipo influenciado por el lecho de conchas de abanico, tuvo capacidad para remover los sólidos en suspensión.

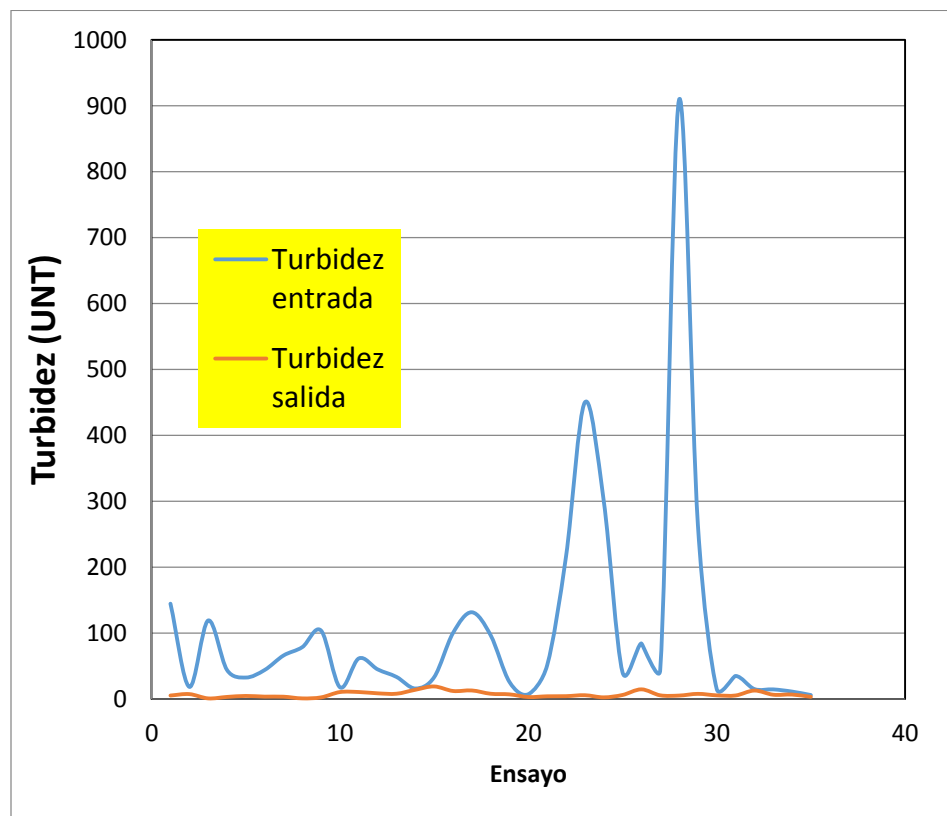


Figura 4.1. Variación de la turbidez durante la filtración

Los resultados a la salida del prototipo de filtro lento de concha de abanico, según la figura 4.2 muestran que 23 valores de turbiedad pasaron el límite establecido para el agua potable según el DS N°031-2010 S-A del reglamento de la calidad de agua para consumo humano y 12 valores de turbiedad se encuentran dentro de norma, esto se debe a que un filtro lento funciona con turbiedades no mayores a 25 UNT y en nuestro caso tenemos turbiedades de ingreso superiores a 25 UNT por lo que si bien el porcentaje de remoción es alto no se llega a cumplir de manera total lo que exige la normativa, por tanto si se tuviera turbiedades de ingreso de 25 UNT el filtro lento tendría una remoción bastante aceptable.

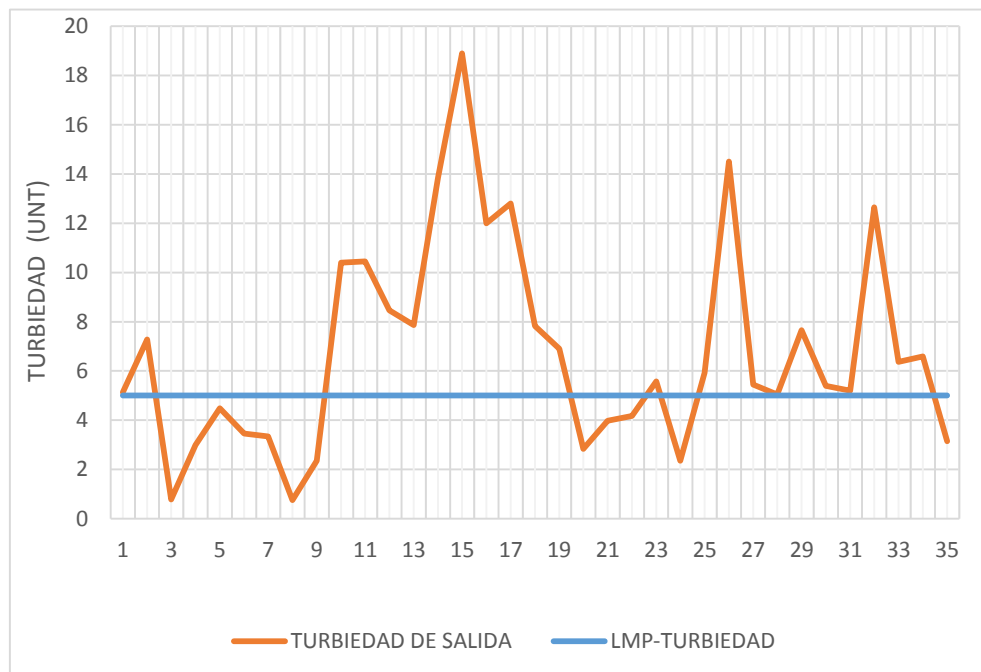


Figura 4.2 Variación de la Turbiedad respecto a un Limite permisible a la salida de Filtro Lento de Conchas de Abanico

La figura 4.3 muestra que el prototipo de lecho de conchas de abanico tuvo alta eficiencia en la remoción de turbidez del agua, dicha eficiencia varió de 12.34 a 99.22% durante los 35 ensayos realizado en 17 semanas. Variación debida principalmente a los diferentes niveles de turbidez que presentó el agua del río Casca y que originó saturación en los lechos del prototipo.

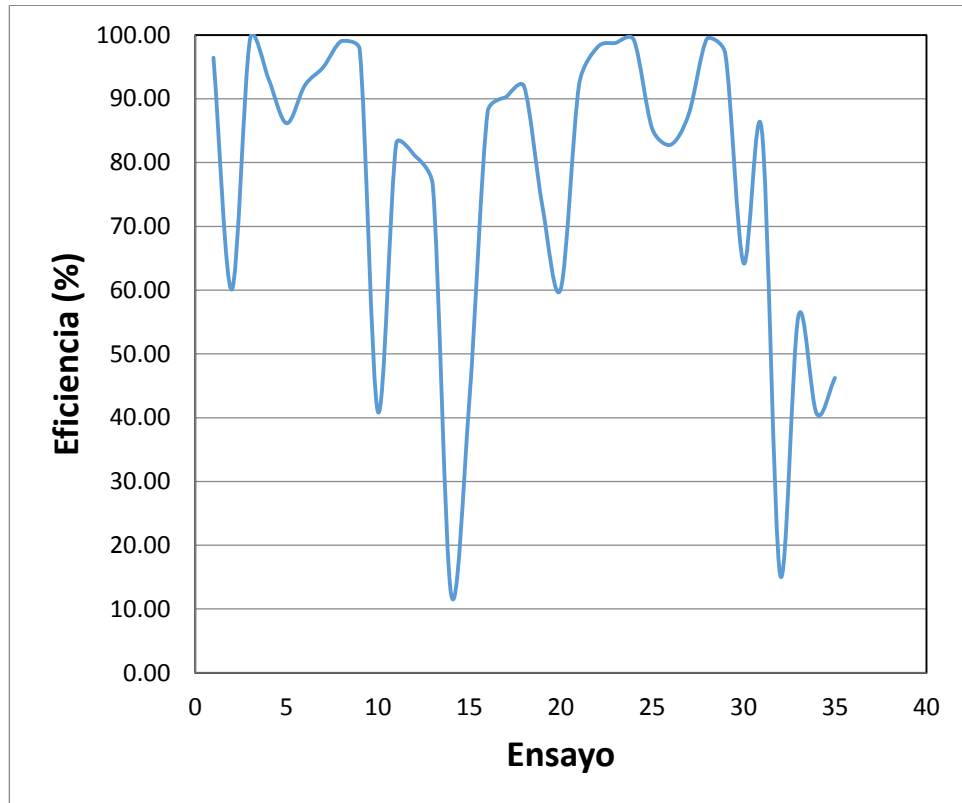


Figura 4.3 Eficiencia de la remoción de turbidez del prototipo de filtro lento de conchas de abanico

4.3.2 Eficiencia de conchas de abanico en la remoción de sólidos

En la figura 4.4 se observa fuerte diferencia entre los sólidos totales en suspensión que presentó el agua a la entrada y salida del prototipo, manifestándose como máxima y mínima de 678 y 0 UNT respectivamente, resultado que demuestra que el prototipo influenciado por el lecho de conchas de abanico, tuvo capacidad para remover los sólidos en suspensión. Asimismo, se puede observar que los Sólidos Totales en Suspensión presentan un ingreso bastante elevado y con una variabilidad considerable, debido a las precipitaciones que incrementan los sólidos en las aguas del río casca, a la salida del filtro lento de conchas de abanico se presentan reducciones considerables de los sólidos totales en suspensión.

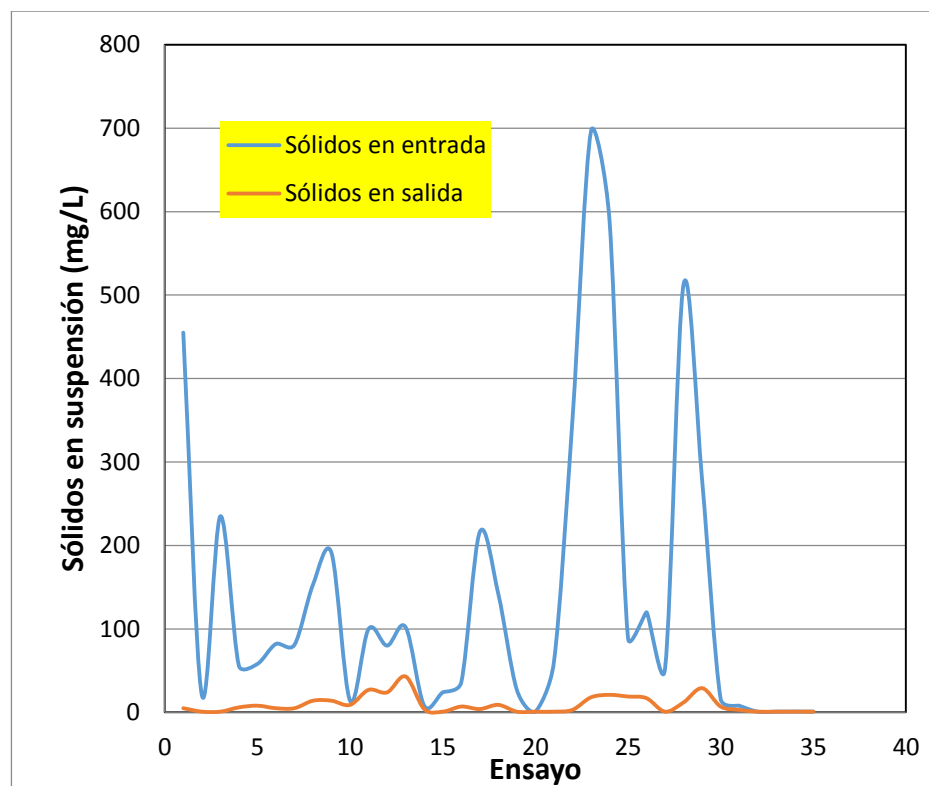


Figura 4.4 Variación de los sólidos en suspensión durante la filtración

La figura 4.5 muestra que el prototipo de lecho de conchas de abanico tuvo alta eficiencia en la remoción de sólidos en suspensión del agua, dicha eficiencia varió de 0 a 99.62% durante los 35 ensayos realizado en 17 semanas. Variación debida principalmente a los diferentes niveles de sólidos que presentó el agua del río Casca y que originó saturación en los lechos del prototipo. Por otro lado, la curva de remoción presentó puntos de depresiones donde los valores de porcentaje de remoción descienden a 0% debido a que los valores de solidos totales en suspensión de entrada fueron bajos, con valores de 0.9 mg/l y los valores de salida del prototipo de concha de abanico es de 0.9 mg/l, por lo tanto no presentó remoción.

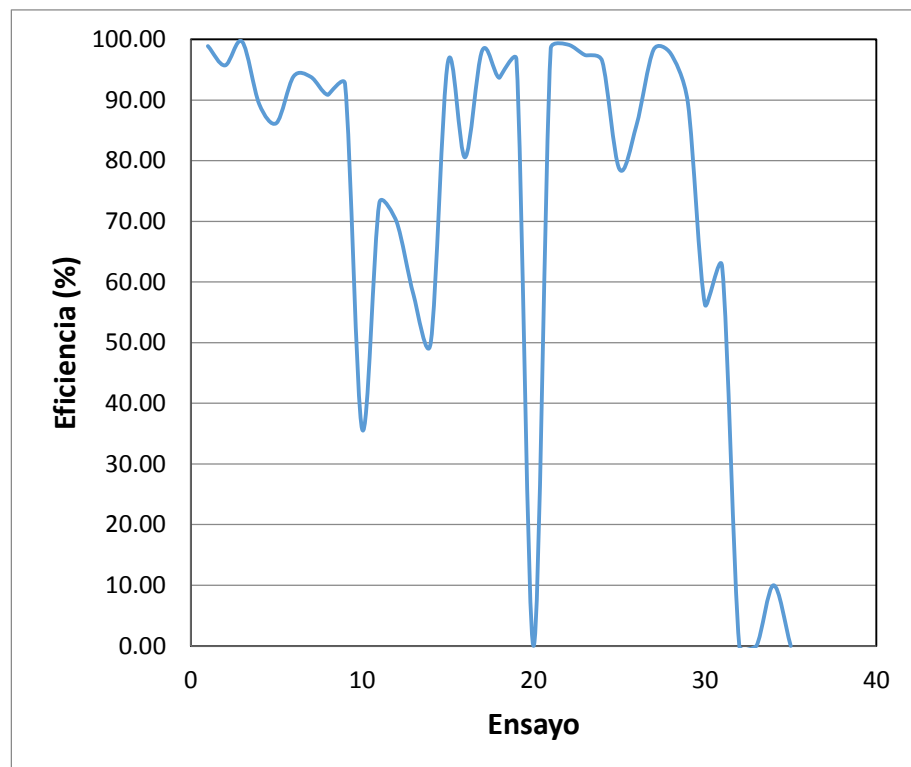


Figura 4.5 Eficiencia de la remoción de sólidos en suspensión del prototipo de filtro lento de conchas de abanico

4.3.3 Eficiencia promedio de conchas de abanico en la remoción de turbidez y sólidos en suspensión

Con respecto a la eficiencia de remover la turbidez y sólidos en suspensión que presentó al agua proveniente del río Casca durante la filtración, el cuadro 4.3 muestra que el lecho filtrante de conchas de abanico tuvo mayor eficiencia (77.34% y 73.23%) que el lecho de arena, (72.15% y 67.39%), debido principalmente a las diferencias entre las propiedades fisicoquímicas (adsorción, de las conchas de abanico con respecto a la arena.

Cuadro 4.3 Eficiencia promedio de conchas de abanico en la filtración

Parámetro	Eficiencia Con conchas de abanico (%)	Eficiencia Con arena (%)
Turbidez	77.34	72.15
Sólidos en suspensión	73.23	67.39

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos del análisis efectuado del sistema de prototipos de filtro lento de conchas de abanico que fue instalado en la JASS ubicada en Shripampa - Independencia, se evaluaron los parámetros mencionados en el presente estudio como turbiedad, PH, Sólidos Totales en Suspensión y temperatura, a fin de ver si el material filtrante influye en la calidad del efluente obtenido a lo largo de la presente investigación y con esto contrastaremos la contradicción de la hipótesis planteada a fin de determinar la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante y ver el grado de cumplimiento con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano del DS N° 031-2010-SA, que es el objeto de la presente investigación.

Con respecto a la determinación de la eficiencia de las conchas de abanico como medio filtrante de un prototipo de un filtro lento en la JASS Shirapampa, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. Se obtuvo los siguientes resultados: Se determinó que el tamaño efectivo de la concha de abanico es 0.24 mm, su coeficiente de uniformidad fue 1.59, el coeficiente de permeabilidad que presentó el filtro lento de concha de abanico fue de 0.000147cm/s, la turbiedad de entrada fue de 264,5 UNT de la cual el 97,11% es retenido por el filtro, su porcentaje de remoción de la turbiedad fue 77,34%, el promedio de remoción de los sólidos totales en suspensión fue de 73, 23%, al realizar la contrastación de los parámetros evaluados con los límites permisibles se obtuvo para la remoción de turbiedades del filtro de conchas de abanico que de 35 muestras el 71% de ellas se encuentra dentro de las normas convirtiéndola en apta para el consumo humano, asimismo, los porcentajes obtenidos de eficiencia con conchas de abanico se asemejan a los valores de 83.2 y 99% de turbidez y sólidos, reportado por Gualteros y Chacón (2015) cuando filtraron haciendo uso de piedra grande grava y arena gruesa. Por otro lado, los resultados superan de manera significativa a lo determinado por Cotrina et al., (2019), quienes para dar tratamiento a aguas residuales, para eliminar sólidos, emplearon

como medio filtrante a las conchas de abanico a través de un sistema de biofiltro, alcanzando una eficiencia de 56.17%. En cuanto al pH del filtro lento de conchas de abanico se obtuvo que 13 valores obtenidos se encuentran dentro de la normativa del DS N° 031-2010-SA, teniendo un pH en promedio de 8.46. Todos los resultados hallados demuestran que las conchas abanico como material filtrante es eficiente para desarrollar un filtro lento, el cual se puede aplicar en la en la JASS Shirapampa mejorando la calidad del agua.

Gualteros y Chacón (2015), en su estudio de la eficiencia de lecho filtrante a base de piedra grande grava, arena gruesa y tubería de PVC para la potabilización de agua proveniente de una quebrada, lograron alcanzar en promedio remover la turbidez y los sólidos en suspensión con eficiencia de 83.2 y 99% respectivamente.

Con respecto al coeficiente de permeabilidad y el coeficiente de uniformidad de las conchas de abanico como material filtrante de un prototipo de filtro lento. Se encontraron los siguientes resultados: La concha de abanico como material filtrante de acuerdo al cuadro N° 3.8 se obtuvo como tamaño efectivo el 0.15mm, esto demuestra el 10% de la malla pasante por cada material. Respecto al coeficiente de uniformidad se obtuvo para la para la concha de abanico el valor de 1.59, evidenciando que la concha de abanico presenta una mejor regularidad de sus partículas a comparación de la arena. Asimismo, se determinó el coeficiente de permeabilidad para el filtro lento de arena el valor de 0.01435 cm/s y para el filtro lento de concha de abanico se obtuvo el valor de 0.000147 cm/s, demostrando que la concha de abanico presenta una mejor permeabilidad lo cual nos garantiza que obtendremos un mejor resultado en cuanto a la pureza del agua. Los resultados encontrados para este objetivo fueron hallados de acuerdo a la norma OS.020, a fin de realizar un trabajo de acuerdo a los estándares establecidos.

Con respecto a los parámetros de entrada y salida (turbiedad, temperatura, pH, sólidos suspendidos totales) de los prototipos de filtro lento. Se encontraron los siguientes resultados: En el cuadro N° 4.1 la entrada de turbiedad en el prototipo de filtro lento de concha de abanico fue de 264,5 UNT el mayor presentado en entrada ocurrido el 21/09/2018, de donde el porcentaje de turbiedad retenida en el prototipo de filtro lento de conchas de abanico es de 97,11%. Por lo contrario, en la entrada de turbiedad mínima ingresada por los prototipos de filtro lento de concha de abanico fue de 5.84 UNT ocurrido el 12/10/2018, donde el 46.23% de turbiedad fue retenida en el filtro lento de conchas de abanico, evidenciando que, en el filtro lento de conchas de abanico, cuando la turbiedad es mínima, tiene una buena eficiencia en la remoción de turbiedad. En cuanto a la temperatura, la entrada de temperatura en el prototipo de filtro lento de concha de abanico fue mayor el 28/09/2018 con una temperatura de 21.1°C, donde el filtro lento de concha de abanico se evidencio una variabilidad de aumento con un 22.1°C, demostrando un incremento permisible en temperatura. Respecto al pH de entrada del prototipo, se obtuvo 6.88 pH de entrada el 15/08/2018, donde el pH de salida de filtro lento de conchas de abanico se obtuvo un 8.46 pH, donde el nivel de pH se encuentran en el límite permisible de acuerdo a la DS N° 031 – 2010 del reglamento de calidad del agua, estando en el intervalo de 6.5 y 8.5. En los sólidos suspendidos totales, la entrada del prototipo de filtro lento de concha de abanico se encuentra con 696 mg/L el mayor presentado el 07/09/2018, dando como resultado un 97,66 % es el porcentaje de sólidos suspendidos totales retenidos en filtro lento de concha de abanico.

Con respecto a la eficiencia de remoción de los parámetros de análisis (turbiedad, y sólidos suspendidos totales) de los prototipos de filtro lento. Se encontraron los siguientes resultados: En la figura N° 4.1 la eficiencia de remoción de la turbiedad que alcanzo las conchas de abanico vario de 12.34% a 99.22%., teniendo una eficiencia promedio de 77.34%. En la figura N° 4.4 se demuestra que la eficiencia de remoción de sólidos totales en suspensión vario de 0% a 99.62%, entre tanto que en el cuadro 4.3 se presentó una eficiencia promedio de 73.23%.

Con respecto a la contrastación de los resultados de los parámetros evaluados con los límites máximos permisibles para las plantas de tratamiento de agua potable. Se encontraron los siguientes resultados: En la figura 4.2 se obtuvo a la salida del filtro lento de conchas de abanico, que 23 valores de turbiedad sobrepasan el límite establecido para el agua potable destinado para el consumo humano y 12 valores de turbiedad se encuentran dentro de estos límites del DS N°031-2010 S-A esto se presenta porque un filtro lento funciona con turbiedades no mayores a 25 UNT, por lo que si bien los porcentajes de remoción son altos no se llega a cumplir en su totalidad con lo que exige la norma. Pero si se tuviera turbiedades de ingreso de 25 UNT para ambos casos el filtro lento tendría una remoción bastante aceptable, por ello se procedió a escalar los valores de los porcentajes de remoción de turbiedad, para el filtro lento de conchas de abanico 25 valores que se encuentran dentro de la norma y 10 valores que no pasan lo requerido en la normatividad, constituyéndose el 71% de muestras dentro de la norma.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Por efecto de las condiciones climatológicas de la localidad durante las 17 semanas de ensayo, los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos en suspensión del agua de entrada al prototipo de filtro lento de conchas de abanico, variaron de 5.84UNT, 17.1°C, 6.54 y 0.9mg/L a 909UNT, 21.1°C, 7.53 y 696mg/L respectivamente.
- Por efecto de la capacidad del prototipo de filtración lenta con conchas de abanico durante las 17 semanas de ensayo, los niveles de turbiedad, temperatura, pH y sólidos en suspensión del agua de salida del prototipo, variaron de 0.75UNT, 17.0°C, 7.0 y 0.9mg/L a 14.5UNT, 22.1°C, 9.08 y 43mg/L respectivamente, valores dentro del rango permisible.
- La eficiencia de las conchas de abanico en remover la turbidez y sólidos en suspensión del agua proveniente del río Casca durante la filtración fue de 77.34% y 73.23%, demostrando tener mayor eficiencia que el lecho de arena que tuvo de 72.15% y 67.39% respectivamente.

CAPÍTULO VII

7. RECOMENDACIONES

- Realizar el mantenimiento o renovación de las mallas de tamizado del laboratorio de resistencia de materiales de la UNASAM, para poder llevar acabo con mayor precisión y exactitud los ensayos de investigación.
- Se recomienda que las turbiedades de ingreso no superen los 25 UNT para conseguir un agua de calidad aceptable, ya que el diseño de los filtros lentos es para fuentes con baja turbiedad.
- Con la finalidad de mantener la eficiencia se debe realizar la limpieza o cambio del material filtrante en menos de 1 semana ya que el medio filtrante tiende a saturarse y por ende la calidad del efluente disminuye, ya sea para el filtro lento de arena y el filtro de conchas de abanico.
- Realizar un pre tratamiento como de sedimentación para poder reducir la turbiedad de ingreso y que esta no sea superior a los 25 UNT, para que el filtro lento no se sature, obteniendo un agua de calidad.
- Se recomienda utilizar el filtro lento de las conchas de abanico como pre tratamiento en la remoción de metales a lo que añadiendo un oxidante podría precipitar metales pesados del agua, ya que el agua filtrara por este medio presenta un incremento de PH.
- Realizar análisis del schmutzdecke en la capa superficial de los filtros de arena y conchas de abanico a fin de potenciar la eficiencia de los filtros lentos de arena y conchas de abanico.
- Se debe seguir investigando el sistema de filtro lento a base de conchas de abanico ya que la concha de abanico posee propiedades de absorción que supera al de la arena, lo cual podría ser beneficioso en remoción de sustancias nocivas.

CAPÍTULO VIII

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos, Honorio, Jonny Tello, Consuelo Tito, y Maribel Palomino. *Purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de Kuychiro*. Tesis de Grado, Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2012.
- Bastidas, Liliana. *Diseño de un filtro con piroclastos finos para la purificación del agua de la comunicada de San Francisco (Baños-Tungurahua)*. Tesis de Grado, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012.
- Castañeda, David. *Análisis de la granulometría de la concha de abanico Triturada para su uso*. Tesis de Pregrado, Piura: Universidad de Piura, 2017.
- Cristóbal, Félix. *Descripción Hidráulica de la Batería de Filtros de Planta N° 1 de la Atarjea*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019.
- Cotrina, Farfan, Flores y Tesen. "Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un sistema de biofiltro a base de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el poblado de San Andrés de Huacar, Distrito de Paccho - Huaura" Universidad César Vallejo. Lima. Perú. 2019.
- Currey, J. «Mechanical properties of mollusc shell.» *Symposia of the Society for Experimental Biology*. USA: Cambridge University Press, 1980. 34:75-78.
- Dirección General de Salud Ambiental . *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: MINSA, 2011.
- Hernández, Roberto, Carlos Fernández, y Pilar Baptista. *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill Education, 2014.
- INCDECOPI. *NTP 400.0.12*. Norma técnica, IIMA: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, 2001.
- Lerma, Daniel. *Filtros cerámicos, una alternativa de agua segura*. Tesis de Grado, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

- Martín, R., y R. Salcedo. *Mecánica de Fluidos*. España: Universidad de Alicante, 2011.
- Ministerio de Salud Dirección Regional de Salud Cajamarca. *Manual Administrativo en Saneamiento*. Cajamarca: APRIZABAC, 1993-1997.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006.
- MINSA. *Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento*. Manual, Perú-Cajamarca: Ministerio de Salud, 1997.
- Morán, J, M Berrú, J Colcas, M Díaz, y M José. *Diseño de la planta para la producción de carbonato de calcio a partir de la concha de abanico de la ciudad de Sechura*. Trabajo de investigación, Piura: Universidad de Piura, 2014.
- Organización Panamericana de la Salud. *Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento Utilizadas en el Ámbito Rural del Perú*. Lima: OMS, 2006.
- Saavedra, José. *Interacción de la concha de Abanico Triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto*. Tesis de Pregrado, PIURA: Universidad de Piura, 2016.
- Tippmann, Gabriela. *Huellas*. Tesis de Pregrado, Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2014.
- Torres, Camilo, y Sonia Villanueva. *El Filtro de Arena Lento*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2014.
- Vicente, Jorge. *Mejoramiento del Carbón Activado Contaminado en el Tratamiento del Agua Potable*. Tesis de Grado, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2013.
- Yang, Eun Ik, Myung Yu Kim, Hae Geun Park, y Seong Tae Yi. *Construction and Building Materials*. El Sevier, 2010.
- Yoon, Gil-Lim, Byung-Tak Kim, Bacck-Oon Kim, y Sang-Hun Han. «Chemical-mechanical characteristics of crushed oyster-shell.» *Korea Ocean Research & Development Institute*, 2002: 825-834.

ANEXOS

ANEXO N°1: PROTOCOLO DE MONITOREO



PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – DGCRH

1. INTRODUCCIÓN

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional. Se busca conservar y proteger la calidad las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad optima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública.

El monitoreo de calidad del agua en cuerpos naturales se ha venido realizando en el país por requerimiento de las autoridades ambientales sectoriales del Estado, en cumplimiento de los valores límite y los límites máximos permisibles de la normatividad nacional, en temas de medio ambiente, principalmente en la década de los 90, por esa razón las instituciones públicas han venido monitoreando con fines diversos la calidad de los cuerpos de aguas naturales y los efluentes a través de diversos criterios y metodologías establecidas en los protocolos de monitoreo de la calidad de agua, obteniéndose resultados en muchos casos poco confiables.

Desde la promulgación de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos” y su reglamento, a la Autoridad Nacional del Agua-ANA, como Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, se le faculta establecer el protocolo para el monitoreo de la calidad de las aguas que pueda ser homologado intersectorialmente y que garantice generar una única base de datos de la calidad del agua en el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos que pueda ser manejada dentro del contexto de la gestión integrada y multisectorial de las cuencas hidrográficas.

Este documento es referente técnico principal para el monitoreo de recursos hídricos que establece los procedimientos a seguir antes, durante y después de realizado el monitoreo de la calidad de las aguas de los recursos hídricos, en cursos naturales (ríos y quebradas), en cuerpos naturales o artificiales (lagos, lagunas y represas), zonas costeras, océanos y finalmente en el monitoreo de efluentes líquidos que, en la mayoría de los casos, son descargados a los cuerpos naturales de agua.

Por las razones expuestas, el protocolo de monitoreo de la calidad del agua, para los recursos hídricos, es elaborado por la Autoridad Nacional del Agua y consensado por las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, a fin de estandarizar procedimientos técnicos para el monitoreo de la calidad de las aguas continentales, marinos y efluentes de los diversos sectores del gobierno peruano y por la actividad privada; asimismo, permitirá implementar el Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua en el Perú.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



2. ANTECEDENTES

En la actualidad existen diversos protocolos de monitoreo cuyo contenido es similar en los aspectos técnicos que establecen los procedimientos adecuados con criterios diversos para la toma de muestras de agua, ya sea de las descargas industriales (minera, cementera, cervecera, papel, etc.), descargas domésticas y cuerpos de agua natural (continental y marina). También presentan los criterios para la selección de los parámetros, puntos de monitoreo, frecuencia de monitoreo, metodología de análisis, medición de caudal y los procedimientos para el aseguramiento de la calidad.

Para la protección de la calidad de las aguas del cuerpo natural de agua continental o marino, así como para la evaluación de la calidad de los efluentes, las Instituciones del Estado han establecido protocolos de monitoreo de aguas en cumplimiento de las normas que, con el tiempo, han ido evolucionado con un enfoque de gestión integrada y articulada a través del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Estos protocolos, al no ser estandarizados, se manejan con diferentes criterios generando problemas de procedimientos técnicos y duplicidad de funciones entre las entidades del Estado creando conflictos con las empresas fiscalizadas y generando gastos innecesarios de parte del Estado. En ese marco, el Protocolo de Monitoreo de Aguas para los Recursos Hídricos se elaborará sobre la base de los instrumentos existentes oficiales y propuestos tales como:

- **"Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales y sus Anexos I, II, III y IV"**, aprobado mediante Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA de fecha 11 de setiembre de 2007 por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud teniendo como base legal D.L. 17752 "Ley General de Aguas" que fue derogada el 31 de marzo de 2010.
- Propuesta de **"Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua"** del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA que fue remitido a la Autoridad Nacional del Agua con Oficio N° 1030-2010/OEFA-PCD de fecha 19 de agosto de 2010, para la revisión técnica como Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos.
- Proyecto de **"Protocolo de Monitoreo de Aguas Superficiales Continentales del Perú"** de la Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, que fue remitido a la Autoridad Nacional del Agua mediante Oficio N° 506-2010-DGCA-VMGA/MINAM de fecha 11 de noviembre de 2010.

- **Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua**, sub sector minería; Dirección General de Asuntos Ambientales-proyecto EMTAL del Ministerio de Energía y Minas, publicada en internet.
 - **Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua**, sub sector de hidrocarburos, elaborado en concordancia con el Decreto Supremo N° 046-93-EM “Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos” por el Ministerio de Energía y Minas.
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



- **Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor**, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 003-2002-PE, publicada el 13 de enero de 2002, por el Ministerio de la Producción-Ex Ministerio del Pesquería.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estandarizar los procedimientos técnicos para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, continentales y marinos, para su utilización, a nivel nacional, por las entidades gubernamentales y sociedad civil en general.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer el uso obligatorio de los procedimientos técnicos estandarizados, en todas las instancias públicas, para que sea considerado de carácter oficial.
- Establecer los procedimientos técnicos de manera coordinada y articulada con los sectores que conforman el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos para viabilizar su implementación.
- Constituirse en un instrumento técnico único para el Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua, así como para los planes y programas de monitoreo de la calidad ambiental de los sectores vinculados a la gestión de los recursos hídricos.

4. MARCO LEGAL

El presente instrumento se sustenta en la normatividad vigente establecido para la gestión de los recursos hídricos del país.

- **Ley N° 29338**, "Ley de Recursos Hídricos" del 31 de marzo de 2009, faculta a la Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos velar por la protección del agua.

- **Decreto Supremo N° 001-2010-AG** del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”, a través del cual establece el artículo 126° referido al Protocolo para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas, que la Autoridad Nacional del Agua deberá aprobar.
 - **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM** de fecha 31 de julio de 2008, aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
 - **Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM** del 19 de diciembre de 2009, aprueba Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental.
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



- **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA** del 22 de marzo de 2010, aprueba la Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.
- **Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE** publicado 04 de octubre de 2002, aprueban Límites Máximos Permisibles y Valores referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel.
- **Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE** publicado el 30 de abril de 2008, aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de harina y acetite de pescado y normas complementarias.
- **Decreto Supremo N° 037-2008-PCM**, publicado el 14 de mayo de 2008, establecen Límites Máximos Permisibles de efluentes líquidos para el Subsector Hidrocarburos.
- **Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM** publicado del 17 de marzo de 2010, aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.
- **Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM** publicado el 21 de agosto de 2010, aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades Minero-Metalúrgicas.

5. ASPECTOS GENERALES

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) encargada de la elaboración del presente protocolo ha considerado el contenido de los protocolos antes mencionados, así como criterios propios para elaborar un nuevo protocolo donde se unifiquen los criterios básicos y se establezca los procedimientos óptimos para llevar a cabo las campañas de monitoreo.

Este protocolo se establece con la finalidad de contar con un instrumento estandarizado que permita realizar actividades en las etapas de monitoreo, complementándose con el aseguramiento de calidad de las muestras y el análisis respectivo en laboratorio.

Los cuerpos de agua a los que alcanza este nuevo protocolo comprenden las aguas continentales superficiales, aguas marinas y descargas de aguas residuales (domésticos e industriales). Tenemos:

1. Aguas Continentales
 2. Aguas Marinas
 3. Aguas Residuales
 - Aguas Residuales Domesticas
 - Aguas Residuales Industriales
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



6. METODOLOGIA DE MONITOREO

Antes de iniciar las actividades de monitoreo es necesario conocer al cuerpo de agua donde se desarrollará el monitoreo y conocer aspectos importantes que definan la calidad del recurso hídrico. Esto ayudara a definir los parámetros a controlar, el número de puntos de monitoreo, la frecuencia de monitoreo y elaborar un plan de trabajo efectivo para el desarrollo del monitoreo, considerando el uso principal que tengan los recursos hídricos en estudio de acuerdo a la resolución Jefatural N° 202-2010-ANA que aprueba la clasificación de los cuerpos de agua superficial y marinos costeros y el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

6.1 SELECCIÓN DE PARÁMETROS

Aguas Continentales

La calidad de las aguas continentales presenta variaciones en función de los procesos morfológicos, hidrológicos, químicos y biológicos a los que se haya expuesto. Así como, su entorno físico, tales como: las precipitaciones, escorrentías, material solido transportado, el agua subterránea y la atmosfera en general. También las actividades antropogénicas pueden afectar considerablemente la calidad de los cuerpos de agua natural, a través de los vertimientos de aguas residuales industriales y domesticas, movimiento de tierras, erosión, uso de pesticidas y obras hidráulicas, etc.

La selección de parámetros estará en función a los siguientes aspectos de evaluación:

1. Caracterización de los cuerpos de agua para:
 - ✓ Para proyectos específicos (exploración minera, explotación de petróleo, construcción de hidroeléctrica. etc.).
 - ✓ Determinar el aporte por la naturaleza geológica de la cuenca.

PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO
pH, Conductividad, T°C y OD	C. term., C. Total, huevos de helmintos, DBO ₅ , DQO, MEH, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, sulfuros, calcio (Ca), carbonatos, sodio (Na), Al, As, Ba, B, Be, Cd, CN-WAD, CN-Libre, Sb, Co, Cu, Cr+6, Cr, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, U, V, Zn, nitrógeno amoniacal, nitratos, STD, SST y HTP.

2. Vigilancia de los cuerpos de agua para determinar el impacto que ocasionan las aguas residuales procedentes de las actividades económicas y poblacionales:

ACTIVIDADES	PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO		
	Categorías 1, 3 y 4	Categoría 1	Categoría 3	Categoría 4
Poblacionales	pH, temperatura, Conductividad y Oxígeno disuelto	C. termot., C. total, DBO ₅ , DQO, MEH, nitritos, nitrógeno amoniacal, STD, sulfatos, sulfuros y turbiedad	C. total, C. term., huevos de helmintos, DBO ₅ , DQO, MEH, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, sulfuros y SAAM	C. total, C. term., DBO ₅ , SST, STD, nitratos, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fosfato total, MEH y SAAM



ACTIVIDADES	PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO			
	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO			
	Categorías 1, 3 y 4	Categoría 1	Categoría 3	Categoría 4
Mineras	C. total, C. term, DBO ₅ , DQO, MEH, CN-Libre, CN-WAD, fenoles, nitritos, nitrógeno amoniacal, SDT, sulfatos, sulfuros, turbiedad, Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Cr VI, Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, U, V y Zn	C. total, C. term., huevos de helmintos, DBO ₅ , DQO, MEH, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, sulfuros, Ca, carbonatos, Na, Al, As, Ba, B, Cd, CN WAD, Co, Cu, Cr 6+, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Zn y nitrógeno amoniacal.	C. total, C. term., huevos de helmintos, DBO ₅ , DQO, MEH, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, sulfuros, Ca, carbonatos, Na, Al, As, Ba, B, Cd, CN WAD, Co, Cu, Cr 6+, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Zn y nitrógeno amoniacal.	DBO ₅ , nitrógeno amoniacal, SDT, SS, As, Ba, Cd, CN- libre, Cu, Cr+6, fenoles, fosfatos total, Hg, Ni, Pb, silicatos, Zn, C.total y C. term
Cementera	Metales totales, SST, STD, dureza, Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se y Zn	Ca, carbonatos, Na, Al, As, Ba, B, Cd, CN WAD, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se y Zn	Ca, carbonatos, Na, Al, As, Ba, B, Cd, CN WAD, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se y Zn	STD, SST, As, Ba, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn
Cervecería	pH, temperatura, Conductividad y	STD, DBO ₅ , C. term., C.total, DQO, sulfuros, fenoles, MEH y SAAM	MEH, DBO ₅ , C. term., C.total, DQO, sulfuros, fosfatos-P, fenoles y SAAM	STD, SST, MEH, DBO ₅ , C. term., C.total, DQO, sulfuros y fosfato total
		SDT, MEH, DBO ₅ , DQO,	Carbonatos, MEH, Ca,	MEH, DBO ₅ , DQO, nitrógeno amoniacal,

		sulfuros, sulfatos, cloruros,	sulfuros, sulfatos, cloruros,	sulfuros, sulfatos, cloruros,
Curtiembre	Oxígeno disuelto	Cr, Cr+6, C. term, C. total,	Na, DBO ₅ , DQO, Cr+6, C. term, C. total, SAAM,	STD, SST, sulfuro de hidrogeno, Cr+6, C. term, C. total, fosfato total y fenoles y fosfatos-P
		SAAM, dureza, nitrógeno amoniacal y tolueno		cloruros
		C. total, C. term, DBO ₅ ,	C. total, C. term, DBO ₅ ,	C. total, C. term, DBO ₅ ,
Hidrocarburos		DQO, MEH, fenoles, nitrógeno amoniacal, SDT, floruros, sulfatos, cloruros, fosforo total, sulfuros, Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Cr+6, Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Zn, HTP y SAAM	DQO, MEH, fenoles, nitrógeno amoniacal, fosfatos-P, sulfatos, sulfuros, cloruros, Al, As, Ba, B, Cd, Cu, Cr+6, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn, HTP y SAAM	DQO, MEH, SST, STD, fenoles, nitrógeno amoniacal, cloruros, sulfatos, sulfuros, Al, As, Ba, B, Cd, Cu, Cr, Cr+6, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, HTP y SAAM
Agroindustrial		C. Term., C. total, Cloruros, DBO ₅ , DQO, MEH, dureza, SAAM, fosforo total, nitrógeno amoniacal, nitratos, STD, sulfatos y sulfuros, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Se y Zn	C. Term., C. total, Cloruros, DBO ₅ , DQO, MEH, dureza, SAAM, fosforo total, nitratos, nitritos, sulfatos y sulfuros, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se y Zn	C. Term., C. total, DBO ₅ , DQO, MEH, dureza, SAAM, fosforo total, nitratos, nitrógeno amoniacal, SST, STD, sulfatos y sulfuros, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se y Zn

Leyenda: pH, conductividad, Temperatura (T°C), oxígeno disuelto (OD), Coliformes termotolerantes (C. term.), coliformes totales (C. Total), huevos de helmintos, Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Demanda Química de oxígeno (DQO), Aceites y Grasas (MEH), cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, sulfuros, calcio (Ca), carbonatos, sodio (Na), aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), boro (B), berilio (Be), cadmio (Cd), cianuro WAD (CN-WAD), cianuro libre (CN-Libre), antimonio (Sb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (6+) (Cr+6), cromo total (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), selenio (Se), uranio(U), vanadio (V), zinc (Zn), nitrógeno amoniacal, nitratos, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), hidrocarburos totales de petróleo (HTP), detergentes (SAAM), fenoles

Aguas Marinas

El agua del mar contiene, grandes cantidades de cloruro de sodio o sal, muchos otros compuestos disueltos. La calidad de las agua de mar presenta variaciones en función a las actividades antropogénicas que afectan considerablemente la calidad del cuerpo natural, a través del aporte de los cuerpos de agua continental, de las descargas de aguas residuales industriales, domésticas y portuarias.

La selección de parámetros estará en función a los siguientes aspectos de evaluación:

- a) Caracterización de los cuerpos de agua:
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Para proyectos específicos para (embarque de mineral, exploración de petróleo, etc.).

PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO
pH, Conductividad, T°C y OD	MEH, HTP, DBO ₅ , DQO, SST, STD, As, Ba, Cd, Cu, Cr +6, Hg, Ni, Pb, Zn, Silicato, fosfato total, fenoles, sulfuro de hidrogeno, amoniaco, nitrógeno amoniacal, nitratos, C. term y C. total.

b) Vigilancia de los cuerpos de agua para determinar el impacto que ocasionan las aguas residuales procedentes de las actividades económicas y poblacionales:

ACTIVIDADES	PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARAMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO	
	Categorías 2 y 4	Categoría 2	Categoría 4
Poblacionales	OD, T°C, pH y conductividad	SST, DBO ₅ , DQO, C. term., C. total, MEH, sulfuro de hidrogeno, amoniaco y nitratos	SST, DBO ₅ , DQO, C. term., C. total, MEH, sulfuro de hidrogeno, nitrógeno total, nitratos y nitrógeno amoniacal
Pesqueras		SST, sulfuro de hidrogeno, MEH, DBO ₅ , C. term., C. total, As, Cd, Cu, Hg, Cr +6, Ni, Pb, Zn y fosfatos	SST, SDT, MEH, DBO ₅ , C. term., C. total, Ni, Pb, Zn, As, Ba, Cd, Hg, Cu, Cr +6 y fosfato total
Embarcaderos		SST, sulfuro de hidrogeno, MEH, DBO ₅ , C. term., C. total, As, Cd, Cu, Ba, Cr +6, fosfatos y HTP	SST, sulfuro de hidrogeno, MEH, DBO ₅ , C. term., C. total, As, Cd, Cu, Ba, Cr +6, fosfatos y HTP

Aguas Residuales

Los parámetros a seleccionar para la evaluación de aguas residuales dependerán de los Límites Máximos Permisibles (LMP) que haya establecido el sector ambiental competente. Si las aguas residuales son generadas por una determinada industria entonces debemos pensar en los posibles elementos, compuestos y sustancias que pudieran estar presentes en el efluente final, de manera que nos permita seleccionar los parámetros más relevantes que podrían causar el deterioro de la calidad en el cuerpo receptor (aguas superficial, agua subterráneas, aguas marinas y suelos).

En la evaluación de las aguas residuales debemos considerar específicamente la calidad del cuerpo receptor de acuerdo al uso principal considerando los parámetros de interés, generados por la actividad, para ello no es necesario evaluar todos los parámetros de los ECA para agua, debido a que la finalidad es evaluar el impacto en el cuerpo receptor a través de un análisis técnico y objetivo. A continuación se muestra los parámetros regulados por cada sector.

NORMA	ACTIVIDAD	PARÁMETROS REGULADOS
D.S.Nº 003-2002-PRODUCE	Cemento	pH, T°C y SST
	Cerveza	pH, T°C, SST, MEH, DBO ₅ y DQO
	Papel	pH, T°C, SST, MEH, DBO ₅ y DQO
	Curtiembre	pH, T°C, SST, MEH, DBO ₅ , DQO, sulfuro, Cr+6, Cr, C. term. y N-NH ₄
D.S.Nº 037-2028-PCM	Hidrocarburos	HTP, Cloruros, CR+6, Cr, Hg, Cd, As, fenoles, sulfuros, DBO ₅ , DQO, cloro residual, nitrógeno amoniacal, C. Term., C. total fosforo, Ba, pH, MEH, Pb y T°C
D.S.Nº 010-2010-MINAM	Minero Metalúrgicas	pH, SST, MEH, CN total, As, Cd, Cr+6, Cu, Fe, Pb, Hg y Zn
D.S.Nº 010-2008-PRODUCE	Pesquería	pH, DBO ₅ , SST, MEH o AYG
D.S. Nº 003-2010-MINAM	Domésticas o Municipales	pH, T°C, MEH, C.term, DBO ₅ , DQO y SST



6.2 SELECCIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO

6.2.1 Aguas Continentales

La definición de los puntos de monitoreo depende de los objetivos que se requiera alcanzar.

Para el establecimiento de la Línea Base se deben considerar los principales cuerpos de agua del área de influencia de la zona de estudio, que determinará la probabilidad del impactado causado por las actividades económicas y poblacionales.

Según el tipo de fuente de agua, se debe considerar los siguientes criterios generales:

- Ubicación de las fuentes contaminantes (vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas, terrenos agrícolas, botaderos de residuos sólidos, pasivos ambientales mineros, etc).
- Determinar la naturaleza geológica en la cuenca.
- Ubicación de las fuentes de captación de agua para consumo humano y riego.
- Accesibilidad a los puntos de muestreo (rápido y seguro) y la representatividad, es decir que el punto de muestreo debe ser ubicado en un lugar que presente un flujo regular (sin turbulencia y de profundidad homogénea) y que permita el aforo y de ser posible permita tener una referencia para su futura ubicación. El uso de imágenes satelitales son de gran ayuda al momento de tomar la mejor decisión de donde ubicar los puntos de monitoreo, sin embargo la ubicación definitiva debe realizarse en campo.
- Adicionalmente, los puntos de monitoreo se ubicaran aguas arriba de cualquier cruce de las carreteras con el cuerpo de agua, salvo que sea objetivo de la evaluación.

a. Ríos y quebradas

- Debe ubicarse un punto de monitoreo en la naciente del recurso hídrico que generalmente se inicia en la cabecera de cuenca, que servirá como punto de referencia (blanco).
 - Los puntos de monitoreo deben ser ubicados aguas arriba y aguas abajo de una descarga de agua residual.
 - Punto de monitoreo aguas arriba debe estar ubicado a una distancia suficientemente lejos de la descarga de agua residual, para asegurar que no influya en las características naturales de cuerpo de agua, se
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



sugiere una distancia de 50 a 100 m de acuerdo a la accesibilidad y otros componentes que alteren el recurso hídrico en estudio.

- Punto de monitoreo aguas abajo para ubicar este punto de monitoreo se recomienda realizar las mediciones consecutivas de los parámetros de campo (temperatura, conductividad y pH) hasta llegar a definir la zona de mezcla completa del efluente en el cuerpo receptor, se sugiere una distancia de 100 a 500 m de acuerdo a la accesibilidad, caudal, capacidad de depuración de recurso y otros componentes que alteren sus características naturales del recurso hídrico en estudio.

b. Lagos y lagunas

6.2.2 Aguas Marinas

La ubicación de los puntos de monitoreo en aguas marinas, quedará determinado por:

- Ubicación de las fuentes contaminantes (vertimientos de aguas residuales domésticas e industrial botaderos de residuos sólidos, terminales marítimos), las áreas del cuerpo de agua donde se desarrollen actividades específicas (plataformas explotación, pesca, recreación, etc.).
- Los puntos de monitoreo deberán estar distribuidos en transectos definidos adecuadamente entorno a una actividad específica cada 100 m, 500 m y 1000 m.
- En muchas ocasiones se requerirá la ubicación de puntos de monitoreo en la columna de agua, para ello se necesitará una evaluación técnica considerando la dispersión de la fuente contaminante y el impacto generado en la columna de agua.

6.2.3 Aguas residuales

La ubicación de los puntos de monitoreo de aguas residuales depende de la ubicación del punto de la descarga.

El lugar ideal para ubicar el punto de monitoreo es exactamente antes de que la descarga ingrese a un cuerpo de agua (corriente natural). Sin embargo, es posible que este punto no sea de acceso fácil ni seguro. En este caso, la muestra debe ser recolectada en el primer punto accesible corriente arriba de la descarga del conducto o canal.

Cuando la caracterización se realice en una descarga de agua residual (doméstica o industrial) se debe considerar la evaluación tanto del cuerpo receptor (arroyos, ríos, pantanos, lagos y aguas subterráneas) como del propio vertimiento. Para caracterizar el cuerpo receptor será necesario ubicar como mínimo dos puntos de monitoreo, una aguas arriba y la otra aguas abajo del

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



punto de vertimiento, considerando la zona de mezcla del efluente con el cuerpo receptor.

6.3 FRECUENCIA DEL MONITOREO

Los cambios que de manera natural o de forma inducida ocurren en el cuerpo de agua determinará la frecuencia de monitoreo. Lo que se trata es de medir los cambios sustanciales que ocurren en el tiempo (en determinados periodos) para establecer un nivel de referencia, hacer el seguimiento periódico y realizar el pronóstico de las variaciones de los parámetros físico químicos, orgánicos, microbiológicos y de caudal que ocurren en el cuerpo de agua.

Adicionalmente se requiere la evaluación periódica de los resultados recientes para determinar la necesidad de incluir parámetros adicionales o variar la frecuencia de monitoreo o si alguno de los parámetros debe suprimirse o analizarse con menor o mayor frecuencia.

Se deberá estar preparado para cambiar la frecuencia de monitoreo en respuesta a los datos o las observaciones de campo. Es recomendable hacer el monitoreo inicialmente con mayor frecuencia, identificar todas las variables y luego disminuir la frecuencia en forma apropiada.

El establecimiento de una frecuencia de monitoreo de calidad de agua superficial dependerá de factores como:

- Objetivos del programas de monitoreo y la vigilancia
- Presupuesto destinado para llevar a cabo el programa de monitoreo
- Estacionalidad de la cuenca (época seca, época de lluvias, etc.)
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (Huaycos, accidentes, derrame de sustancias toxicas, etc.).

Aguas residuales y cuerpos receptores

La frecuencia de monitoreo de las aguas residuales se establecerá según:

- Las variaciones en el volumen de aguas residuales generadas por la actividad.
- La estacionalidad correspondiente al cuerpo receptor de los vertimientos residuales.

- Incorporación de nuevas sustancias en el proceso productivo generador de aguas residuales.
- Incremento de la capacidad productiva de la actividad.
- Crecimiento poblacional

- Actividades del programa de vigilancia y fiscalización de la Autoridad Nacional del Agua.

6.4 METODOLOGIA DE MUESTREO

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



adecuadamente las muestras

- **Aguas superficiales**

Las muestras de agua deberán recogerse lo más cerca al centro del cuerpo de agua (río, quebrada) y en contra de la corriente al flujo de agua, evitando alterar las condiciones reales. Cuando no se presente las condiciones apropiadas para el recojo de muestras del cuerpo de agua, se podrá hacer uso de un brazo telescópico debidamente diseñado para el recojo de muestras lo más alejado de la orilla, donde la turbulencia sea mínima y el cuerpo presente condiciones homogéneas.

En los casos en que no es posible recoger las muestras del centro del río, por los riesgos que representan las corrientes fuertes, la profundidad, falta de implementos de seguridad o el apoyo logístico necesario, se deberá ubicar el punto en zona de orilla o en una zona apropiada para la toma de muestra, buscando que la muestra sea representativa del cuerpo de agua.

- **Aguas residuales**

Para recolectar una muestra aleatoria manual de una descarga, debe insertarse un recipiente corriente abajo de la descarga con la abertura del recipiente en dirección aguas arriba. En la mayoría de casos, el mismo recipiente para la muestra puede ser usado para recolectarla. Si el lugar de muestreo es menos accesible, puede ser necesario utilizar una cubeta debidamente acondicionada para recolectar la muestra. Se debe tener cuidado si es necesario transferir la muestra de un cubo a un recipiente (este método no debe usarse para muestras de aceites y grasas ni fenoles). La muestra debe tomarse del centro horizontal y vertical del canal. Al tomar la muestra, debe evitarse agitar los sedimentos que se encuentran en el fondo del canal o recolectar residuos que no sean característicos de la descarga. En todo momento deben tomarse precauciones de seguridad.

- **Aguas de mar**

Las muestras estratificadas de agua de mar deben tomarse desde la superficie del mar por medio de un bote haciendo uso de botellas Niskin para la colecta estratificada dentro de un plan de muestreo que contempla la toma de muestra a lo largo de transectos previamente establecidos.

Para ello el operador debe situarse en un bote a lo largo del transecto elegido y desde la superficie accionar el mecanismo que permite la recolección de una muestra representativa procedente de la profundidad requerida.

- **Aguas subterráneas**

Los pozos de aguas subterráneas normalmente son perforados hasta alcanzar el nivel freático. Antes de iniciar el muestreo se debe determinar la profundidad del nivel estático del pozo. Se utiliza una sonda con línea con graduación métrica. La profundidad del nivel de agua se determina en el momento en que la sonda toca la

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



superficie del agua y envía una señal luminosa y sonora que indica que se ha alcanzado el nivel estático del pozo.

El procedimiento para realizar el muestreo de aguas subterráneas es el siguiente:

- Introducir el medidor de nivel de agua previamente descontaminado al pozo con la finalidad de conocer el nivel del agua subterránea.
- Las muestras se tomarán utilizando un bailer o una bomba de profundidad. El método recomendable por la mínima alteración sobre el régimen de agua es de bombas peristálticas de bajo flujo. Este método en cuanto sea posible utilizarlo garantiza la obtención de muestras representativas de agua subterránea.
- Todos los pozos deberán ser purgados antes de tomar las muestras, de esta manera se podrá asegurar que el agua que se extraiga para análisis de calidad del agua represente las condiciones del acuífero y no del agua almacenada en el pozo.
- Antes de cualquier evacuación o muestreo, todas las bombas y otros equipos que no sean descartables, deben ser previamente descontaminados.
- Para el procedimiento de purga se deben conocer la profundidad del pozo, el nivel del agua del pozo y el radio del tubo PVC del pozo; con esta información se deberá calcular el volumen de agua a extraer para purgar el pozo. La fórmula a usar será la siguiente:

$$V = 3\pi (H_{\text{pozo}} - H_{\text{agua}}) (d/2)^2$$

- El uso de bailers para el muestreo de aguas subterráneas es una opción económica que debe tenerse en cuenta cuando no se cuenta con bombas neumáticas o peristálticas. Los bailers deben ser reutilizados únicamente en el mismo pozo en cada evento de monitoreo.

6.5 MEDICIÓN DE FLUJO VOLUMÉTRICO

El caudal nos informa sobre la cantidad de elementos, compuestos y sustancias presentes en el cuerpo de agua en un momento determinado. También es importante pues informa sobre la capacidad de autodepuración que presenta el agua y sobre el cambio en las características de la calidad de agua.

Aguas superficiales (métodos)

Los caudales de los cuerpos de agua natural pueden ser estimados utilizando un medidor de velocidad (correntómetro) para determinar la velocidad superficial del agua y luego efectuando la medición del área transversal del curso de agua.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



La dificultad para medir el flujo de agua radica principalmente en la medición del área transversal debido a la poca homogeneidad del cauce, presencia de piedras, profundidad y turbulencia. Sin embargo es posible hacer una aproximación al caudal real a través de las siguientes recomendaciones:

- Buscar el tramo del cuerpo de agua más cercano al punto de monitoreo que presente un cauce lo más homogéneo posible.
- En la medida de lo posible, retirar los materiales u objetos que obstruyan el paso de agua.
- Realizar las lecturas de velocidad en los márgenes izquierdo, derecho y centro del cuerpo de agua, lo largo de la línea transversal. Considerar las lecturas a media altura de cada profundidad.
- Tomar las medidas de las alturas respectivas en cada punto de medición de velocidad. Luego realizar la medición del ancho del cuerpo de agua usando una cinta métrica (wincha).
- Los resultados de las mediciones de caudal se determinaran utilizando el promedio de los valores obtenidos.

Otra metodología para determinar la velocidad será a través del uso de un flotador. Para ello se estima una longitud apropiada que representara el espacio recorrido por el flotador. La estimación del tiempo utilizado por flotador en completar el espacio seleccionado y la longitud nos servirá para la medición de la velocidad del flujo de agua. Realizar un promedio de 05 mediciones para descartar los valores errados.

Los caudales de ríos y quebradas, pueden ser estimados generando primero una relación caudal-altura para un punto estable a lo largo del curso de agua usando un aforador en una serie de condiciones de caudal bajo, medio y alto. Cada vez que se desee medir el caudal, todo lo que se necesita hacer es medir la profundidad del flujo (altura) en el punto designado del curso de agua. Luego, la altura es convertida en el caudal del río usando la relación caudal-altura.

Los caudales pequeños como el de las descargas de aguas residuales de origen industrial, algunas veces será posible determinar el flujo de agua a través del empleo de un recipiente graduado y un cronometro. Se estima el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua. En otros casos se puede utilizar cualquiera de los métodos anteriores.

7. ACTIVIDADES DE MONITOREO

7.1 TRABAJO DE PRE CAMPO

El trabajo de campo se inicia con la preparación del material necesarios para la toma de muestra y la selección del personal capacitado para el desarrollo del monitoreo. En ocasiones los cuerpos de agua a evaluar se encuentran distantes y alejados de las ciudades, es por ello que es necesario verificar con una lista de chequeo (check list) que se tienen todos los implementos para salir al campo.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Es necesario contar con un mapa de la cuenca donde se ha establecido previamente los puntos de monitoreo considerados. De ser posible, las coordenadas de cada punto deben ser introducido en un GPS para facilitar su ubicación. En caso que los puntos de monitoreo se encuentren en un lago, laguna o mar, también será necesario tener un mapa de los puntos de monitoreo ubicados en los transectos a evaluar.

El trabajo de pre campo consiste en preparar con anticipación los materiales de laboratorio, buffers de pH y conductividad, plan de trabajo, lista de chequeo, formatos de campo (hoja de campo), equipos portátiles, mapa con los puntos de monitoreo, movilidad, baterías de equipos, etc. Este trabajo previo tiene como objetivo cubrir todo los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva.

7.2 TRABAJO DE CAMPO

Al llegar al punto de muestreo se debe hacer una observación previa del lugar, para establecer el punto más apropiado para recolectar la muestra y continuar con los siguientes pasos:

- Anotar las observaciones del cuerpo de agua (color, presencia de residuos, olor, presencia de vegetación acuática, presencia de vegetación ribereña, actividades humanas, presencia de animales, etc).
- Tomar lectura de las coordenadas del punto de muestreo e indicar el sistema al cual corresponde.
- Prepara los frascos a utilizar de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Las muestras de agua serán recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados.
- Proceder con el rotulado de los frascos. El transporte de los frascos, agua destilada y preservantes debe realizarse de preferencia en coolers para evitar su contaminación.
- Almacenar las muestras en el recipiente térmico (cooler) de forma vertical y considerando que los frascos de vidrio se encuentre apropiadamente protegidos evitando su rompimiento.

- Tomar las lecturas de los parámetros de campo (T, pH, C.E, O.D, TSD, Turbiedad, etc). las mediciones pueden ser realizadas directamente en el cuerpo de agua siempre y cuando las condiciones lo permitan (seguridad de equipos y representatividad de la lectura) o de lo contrario tomar una muestra en un recipiente apropiado para lecturas considerando que la lectura del O.D se debe realizar de manera inmediata.
 - De ser parte del programa de monitoreo la lectura del caudal podrá ser realizado considerando los criterios antes mencionados.
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



- Llenar la cadena de custodia debidamente con la información recogida durante los trabajos realizados. De ser necesario el envío de muestras peresibles (coliformes, DBO, etc) al laboratorio para su análisis, estas deben ir acompañadas de su respectiva cadena de custodia.
- Al finalizar la campaña de monitoreo las muestras de agua deberán ser transportadas hasta el laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack, llevando consigo la cadena de custodia.

7.3 TOMA DE MUESTRAS POR PARAMETRO

Las muestras de agua deberán ser recogidas en frascos de plástico o frascos de vidrio, lo cual dependerá del parámetro a analizar. Asimismo el volumen necesario de muestra queda determinado por método analítico empleado por el laboratorio responsable de los análisis.

Para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.

- La toma de muestra se realizará en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

La forma de tomar cada muestra dependerá de los parámetros a analizar. Así tenemos:

- **Parámetros Biológicos y Microbiológicos**

Estos parámetros requieren de frascos de plástico o vidrio previamente esterilizados, llevados hasta el lugar de muestreo en las mejores condiciones de higiene. Durante la toma de muestras, el frasco debe destaparse el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pudieran alterara los resultados. También requieren dejar un espacio libre para la homogenización de las

muestra, aproximadamente 5% del volumen del frasco, para evitar acelerar la mortandad de bacterias.

La toma de **muestra microbiológica** deberá realizarse a una profundidad de 20 a 30 cm. Los frascos para las muestras deben ser de vidrio y esterilizados, **no deben ser sometidos al enjuague**, la toma de muestra es directa dejando un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.

Para el caso de la toma de muestras de **Parásitos** deben emplearse frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios. Abrir el envase y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie. El volumen requerido es 4 litros.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



En la toma de muestras para el análisis de Fitoplancton, se recogerá directamente, sin filtración previa, en un recipiente de vidrio. Deberá llenarse el recipiente de manera directa sumergiéndolo unos 20-25 cm por debajo de la superficie un volumen de 1/2 litros. Para la conservación del fitoplancton utilizar la solución de lugol ácido agregando entre 3 y 7 ml por litro (hasta virar color caramelo).

Para la toma de muestras de Perifiton (algas microscópicas diatomeas) se deberá seleccionar piedras de morfología similar no removidas. Como criterio general, es recomendable efectuar la recolección de comunidades que se desarrollen sobre sustratos rocosos (rocas, piedras, cantos rodados, gravas, etc) o sobre plantas acuáticas u otros organismos. Recolección sobre piedras, rocas, cantos rodados o grava: Seleccionar piedras de morfología similar en el punto de muestreo, no sospechosas de haber sido giradas recientemente. Si se trata de rocas, con tres es un número suficiente; si son cantos rodados, deberán ser cinco; si se trata de gravas, el número será siete. La parte a rascar puede ir desde la totalidad de la superficie superior en el caso de las gravas, hasta una pequeña fracción en el caso de las rocas. Se debe anotar qué fracción (área) se ha obtenido y de qué material. Poner el material obtenido en un único vial.

Marcar adecuadamente en el vial la fecha y el punto de muestreo. Añadir un pequeño volumen de formol. Anotar el tipo de sustrato muestreado (rocas, cantos rodados, gravas) y el número de unidades muestreado. Arena o limos: Recoger una muestra de la parte superficial del sedimento arenoso o limoso mediante una cuchara, estimando el área muestreada. Anotar la profundidad (en centímetros) que comprende la muestra obtenida sobre la arena o el limo. Disponer el material en el vial y añadir un pequeño volumen de formol. **Recolección sobre plantas acuáticas u otros organismos:** Recoger las muestras sobre macrófitos (plantas acuáticas) sumergidas o sobre porciones sumergidas, estimando el área muestreada. Anotar la información de la planta sobre la que se ha recogido la muestra. Proceder como en los sustratos anteriores. Por último, se debe asegurar, en todos los casos, el correcto cierre de los viales y su adecuado etiquetaje. Las muestras, una vez fijadas, se deben conservar en un lugar apartado de la luz y evitar una prolongada exposición a altas temperaturas.

- **Parámetros Físico Químicos - inorgánicos**

Generalmente estas muestras pueden ser tomadas en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua. Antes se debe realizar el enjuague del frasco con un poco de muestra, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este procedimiento tiene por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados. La muestra de estos parámetros deberá provenir del interior del cuerpo de agua en los primeros 20 cm de profundidad a partir de la superficie. Tener en cuenta que las muestras se toman

en contra corriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso de agua. Estas muestras no requieren ser llenadas al 100%, pero en caso se requiera la adición de preservante se dejara cierto volumen libre para la adición del preservante respectivo. Luego de cerrar el frasco es necesario hacer la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



En el caso de la toma de muestra para determinar Metales Pesados, se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.

En la toma de muestra para determinar Mercurio y Arsénico se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

La toma de muestras para los parámetros Físicos y iones se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

La toma de muestras para el parámetro Dureza Total y Cálcica se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

Para la toma de muestra de los parámetros Cianuro WAD y Libre se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar.

Las características de los recipientes, volumen requerido y tipo de preservante se contemplan en el Anexo I "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación".

- **Parámetros orgánicos**

La recolección de la muestra de agua para TPH y aceites y grasas deberá realizarse de manera directa sin realizar el enjuague previo del frasco. La toma de muestra se hace en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella. Estos parámetros deben ser tomados en

frascos de vidrio de boca ancha color ámbar para evitar su degradación por fotólisis, cerrar herméticamente (no utilizar contratapa de plástico) y preservar.

La muestra para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y COT, utilizar frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, limpios, al coleccionar la muestra llenar completamente el frasco (sin burbujas de aire) para evitar alteración de los resultados por procesos de oxidación, e inmediatamente tapar, manteniendo la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente (no se debe de congelar la muestra), no requiere preservante.

En caso que las muestras requieran la adición de preservantes, se deberá dejar cierto volumen vacío para la adición de preservante respectivo. Luego de cerrar el

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



frasco es necesario hacer la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

Estos parámetros necesariamente deben ser tomados directamente del cuerpo de agua, ya que la ser tomados en recipientes de plástico pueden quedar ciertas cantidad de sustancias adheridas a las paredes y conducir a error el resultado final.

- **Parámetros de campo**

Los parámetros a ser evaluados en campo deben ser confiables y para ello se necesita:

- ✓ Tener calibrados los equipos portátiles (multiparametro, oxímetro, GPS, etc.) antes de la salida al campo y verificar su correcto funcionamiento. La calibración debe realizarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- ✓ La calibración debe verificarse y ajustarse de ser necesario en campo
- ✓ Antes de realizar las lecturas, enjuague dos a tres veces con el agua de la muestra los electrodos con el equipo apagado. Luego realizar la medición agitando ligeramente el electrodo, dejar estabilizar la lectura y tomar nota.
- ✓ Luego de realizar las mediciones deberá lavar los electrodos con agua destilada utilizando una pizeta. Secar con papel toalla y guardar adecuadamente. En algunos casos el electrodo necesita conservarse en una solución salina, entos antes de guardar coloque la capucha con la solución conservadora.

Al finalizar las actividades de monitoreo los equipos deben mantenerse en optimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento. Debe tenerse un registro de mantenimiento de cada instrumento, a fin de llevar el control del mantenimiento, reemplazo de baterías y cualquier problema de lecturas o calibraciones irregulares al usar las sondas o electrodos. Es prudente verificar que cada equipo cumpla con los estándares de calibración antes de salir al campo.

- **Preservación de las muestras de agua:**

- ✓ Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el Anexo I "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación".

- ✓ Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.

- **Identificación de las muestras de agua:**

Los recipientes deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:

- 1.- Número de Muestra (referido al orden de toma de muestra).
- 2.- Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



- 3.- Origen de la fuente.
- 4.- Descripción del punto de muestreo.
- 5.- Fecha y hora de la toma de la muestra.
- 8.- Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
- 9.- Tipo de análisis requerido.
- 10.- Nombre del responsable del muestreo.

El Modelo de Etiqueta se adjunta en **Anexo III "Requisitos para etiqueta de identificación de muestras de agua"**

- **Conservación y envío de las muestras de agua:**
- Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada en el **Anexo I "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación"**, disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, otros).
- Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas y derrames. En el caso de utilizar hielo, colocar este en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua.
- Las muestras recolectadas para análisis físico químicos deberán entregarse al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo.
- En el caso de las muestras para análisis microbiológico se recomienda entregar estas al laboratorio dentro de las 6 horas después del muestreo y conservadas (aguas superficiales y residuales), refrigerar a 4 °C.
- Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de: la Cadena de Custodia; documento que en caso de ser enviado en forma directa al laboratorio por medio de una agencia de transporte será remitido dentro del "Cooler" colocado en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore. Los formatos e información requerida se indica en el Anexo III "Ficha de Cadena de Custodia y Ficha de Muestreo".

7.4 SEGURIDAD EN LA TOMA DE MUESTRAS

Esta sección establece los cuidados a tener en cuenta para evitar sufrir daños personales y materiales durante el desarrollo del monitoreo de agua.

- Cuando se traslade desde la movilidad hasta el cuerpos de agua seguir por rutas seguras, evitando caminos: muy empinados, rocosos, vegetación densa y fangosos.
 - Si existiera algún riesgo bajo ciertas condiciones para el técnico, la estación de monitoreo deberá reubicarse.
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



- Si los puntos de monitoreo se encuentran en la parte sierra, es recomendable llevar ropa de abrigo como casacas, impermeable, botas, etc. y si se encuentra en la selva, llevar camisas manga larga, sombrero, impermeable, repelente, botas etc.
- Si el cuerpo de agua es muy profunda o torrentoso, evitar el ingreso al cuerpo de agua para la toma de muestras. Recoger las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla. Las muestras microbiológicas y los parámetros orgánicos deberán ser tomados lo más alejados de las orillas, pero guardando las medidas de seguridad (uso de arnés, chalecos de flotadores, etc.).
- Tener cuidado con los preservantes. Usar guantes, lentes y ropa de trabajo para realizar la preservación de las muestras. Evitar salpicaduras.
- Tener cuidado con los equipos portátiles, evitando hacer lecturas directas sobre ríos caudalosos y profundos, es mejor hacer las mediciones cogiendo la muestras en un recipiente limpio.
- Tener cuidado con los equipos portátiles, al hacer lecturas directas en los efluentes industriales y domésticos advertir de la presencia aceites y grasas, petróleo, elevada temperatura, aguas negras etc., que pudieran deteriorar los electrodos del equipo. Solicitar al laboratorio una solución desinfectante de lavado especial, para este tipo de trabajos.

8. RECOLECCIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS DE AGUA

La recolección de las muestras depende de los procedimientos analíticos empleados y los objetivos del estudio.

El objetivo del muestreo es recoger una porción representativa del material en estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, etc.) con un volumen apropiado para ser transportado, suficientemente grande, para analizar las variables fisicoquímicas de interés, que pueda cubrir todo el proceso analítico y que represente el material de estudio.

Las muestras de agua se deben transportar en una caja térmica o cooler, y llevarlas a un lugar de almacenamiento (cuarto frío, refrigerador, nevera, etc), para luego ser transferido al laboratorio para el análisis respectivo, periodo en el cual la muestra debe conservar las características de la muestra original, conservando las concentraciones respectivas de todos

los componentes presentes en la muestra original sin que haya ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis.

Las muestras ingresan al laboratorio para determinaciones específicas, sin embargo, la responsabilidad de las condiciones y validez de las mismas debe ser asumida por las personas responsables del muestreo, de la conservación y el transporte de las muestras. Las técnicas de recolección y preservación de las muestras tienen una gran importancia, debido a la necesidad de verificar la precisión, exactitud y representatividad de los datos que resulten de los análisis.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Requisitos Generales

- Asegurar que todo el material y equipo de muestreo se encuentre limpio y en condiciones confiables antes de ser usado.
- Los equipos deben ser calibrados y contar con el mantenimiento respectivo.
- Los envases de muestreo deben estar limpios y secos, libres de contaminación, de preferencia deben ser de primer uso, de acuerdo al parámetro o elementos requerido deberán ser de polietileno o vidrio.
- Generalmente, los frascos de muestreo son enjuagados dos o tres veces con el agua que está siendo recolectada (a menos que el frasco contenga un preservante ó se encuentre esterilizado para análisis microbiológico).
- Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, acetato de cinc + hidróxido de sodio. Tener cuidado en su manipulación.
- Se debe tener especial precaución con las muestras que contienen compuestos orgánicos y traza de metales, porque estos constituyentes pueden perderse total o parcialmente ó contaminarse fácilmente, cuando no se sigue un procedimiento apropiado con la muestra y el preservante.
- La mayoría de frascos deben llenarse completamente a menos que sea necesario un espacio de aire para permitir la expansión térmica durante el transporte y dependiendo del parámetro a ser analizado, para muestras orgánicas como el caso de la DBO5, se debe llenar totalmente sin dejar burbujas de aire.
- Identificar cada muestra con un código y/o número de muestra, escribiendo en una etiqueta de la identificación de la muestra, el nombre del muestreador, fecha, hora, localización exacta, el tipo de muestra.
- Usar lapicero o plumón de tinta indeleble, de preferencia negro.
- Utilizar procedimientos formales de "cadena de custodia" que rastrear la historia de la muestra desde la recolección hasta el informe.
- Llevar un registro en una hoja de datos por cada punto de muestreo. En cada hoja de datos de campo debe colocarse como mínimo la siguiente información:

Datos generales: Contiene el nombre y número de la estación, el nombre y la dirección de la instalación, la fecha, la hora, el nombre de quien recolectó la muestra, las condiciones climáticas, la temperatura del aire y otras observaciones pertinentes en la estación.

Datos de campo: Resultados de todas las mediciones realizadas en el campo

- Establecer los puntos de muestreo de acuerdo a la descripción definida en el plan de muestreo, con ayuda de estacas, boyas o señales que permitan su identificación por otras personas sin necesidad de confiar en la memoria o en un guía personal.
 - La georeferenciación de la estación de muestreo debe ser con un GPS.
 - Cuando la muestra es colectada del río o corriente se observa resultados que varían con la profundidad, flujo de la corriente, distancia de cada orilla. Seleccionar el número y distribución de sitios en los cuales la muestra debería ser colectada depende de un estudio objetivo, características de la corriente, equipamiento disponible y otros factores. Si el equipamiento está disponible tomar la muestra de arriba a abajo en la mitad del canal principal de la corriente lado a lado en el medio de profundidad.
 - Los ríos, corrientes, lagos y reservorios son temas de considerables variaciones de causas normales tales como estratificación estacional, variaciones diurnas,
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



precipitaciones, salida, y vientos. Escoger localización, profundidad y frecuencia de muestreo depende de las condiciones locales y el propósito del estudio.

- Evitar áreas de excesiva turbulencia por la potencial pérdida de componentes volátiles y potencial presencia de vapores tóxicos más densos que el aire.
- Evitar el muestreo en vertederos si es posible porque esta localización tiende a favorecer la recuperación de compuestos inmisibles que del agua encauzada.
- Generalmente coleccionar la muestra debajo de la superficie en áreas quietas con el envase de muestreo abierto dirigiendo la boca hacia la corriente para evitar recoger la espuma superficial solo si se desee analizar aceites y grasas, recoger la muestra de agua de la superficie.
- Las muestras de agua requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte antes del análisis en el laboratorio.
- Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.
- La indumentaria de protección del personal que realizará el muestreo deberá estar constituido por chaleco, pantalón, gorra, casaca (zona sierra), impermeable, botines de seguridad, botas de jebe muslera, guantes de jebe y quirúrgico.
- Materiales de campo como arnés o soga, balde, linterna, muestreador con extensión, cronometro, cajas térmicas, ice pack.
- Materiales de laboratorio como pizeta, pipetas y/o goteros, bombilla de succión y frascos de plástico y vidrio según el requerimiento de análisis.

8.1 TIPOS DE MUESTRAS

- a. **Muestra simple o puntual:** Una muestra representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancia particular en la que se realiza su captación. Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de distancias sustanciales en todas las direcciones, puede decirse que la muestra representa un intervalo de tiempo o un volumen más extenso. En esta circunstancia, un cuerpo de agua puede estar representado por muestras simples, como en el caso de aguas de suministro, aguas superficiales, pero pocas veces de efluentes residuales.

Cuando se sabe que un cuerpo de agua varía con el tiempo, las muestras simples tomadas a intervalos de tiempo, deben registrar la extensión, frecuencia y duración de las variaciones.

- b. **Muestras compuestas:** Se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. La mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. El uso de muestras compuestas representa un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio comparativamente con el análisis por separado de un gran número de muestras y su consecuente cálculo de promedios.

Para estos propósitos, se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un período de 24 h. Sin embargo, bajo otras

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente un cambio, o un menor lapso de tiempo, o un ciclo completo de una operación periódica. Para evaluar los efectos de descargas y operaciones variables o irregulares, tomar muestras compuestas que representen el periodo durante el cual ocurren tales descargas.

No se debe emplear muestras compuestas para la determinación de componentes o características sujetas a cambios significativos e inevitables durante el almacenamiento; sino hacer tales determinaciones en muestras individuales lo más pronto posible después de la toma y preferiblemente en el sitio de muestreo. Ejemplos de este tipo de determinaciones son: gases disueltos, cloro residual, sulfuros solubles, temperatura y pH. Los cambios en componentes como oxígeno o dióxido de carbono disueltos, pH, o temperatura, pueden producir cambios secundarios en determinados constituyentes inorgánicos tales como hierro, manganeso, alcalinidad, o dureza. Las muestras compuestas en el tiempo se pueden usar para determinar solamente los componentes que permanecen sin alteraciones bajo las condiciones de toma de muestra, preservación y almacenamiento.

Tomar porciones individuales del cuerpo de agua en estudio en botellas de boca ancha cada hora (en algunos casos cada media hora o incluso cada 5 min.) y mezclarlas al final del período de muestreo, o combinarlas en una sola botella al momento de tomarlas. Si las muestras van a ser preservadas, agregar previamente las respectivas sustancias a la botella, de tal manera que todas las porciones de la composición sean preservadas tan pronto como se recolectan. Algunas veces es necesario el análisis de muestras individuales.

Es deseable, y a menudo esencial, combinar las muestras individuales en volúmenes proporcionales al caudal. Para el análisis de aguas residuales y efluentes, por lo general es suficiente un volumen final de muestra de 2 a 3 L. Para este propósito existen muestreadores automáticos, que no deben ser empleados a menos que la muestra sea preservada; limpiar tales equipos y las botellas diariamente, para eliminar el crecimiento biológico y cualquier otro depósito.

- c. **Muestras integradas:** Para ciertos propósitos, es mejor analizar mezclas de muestras puntuales tomadas simultáneamente en diferentes puntos, o lo más cercanas posible. Un ejemplo de la necesidad de muestreo integrado ocurre en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce. Para evaluar la composición promedio o la carga total, se usa una mezcla de muestras que representan varios puntos de la sección transversal, en proporción a sus flujos relativos. La necesidad de muestras integradas también se puede presentar si se propone un tratamiento combinado para varios efluentes residuales separados, cuya interacción puede tener un efecto significativo en la tratabilidad o en la composición. La predicción matemática puede ser

inexacta o imposible, mientras que la evaluación de una muestra integrada puede dar información más útil.

Los lagos naturales y artificiales muestran variaciones de composición según la localización horizontal y la profundidad; sin embargo, estas son condiciones bajo las cuales las variaciones locales son más importantes mientras que los resultados

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



promedio y totales no son especialmente útiles. En tales casos se deben examinar las muestras separadamente antes que integrarlas.

La preparación de muestras integradas requiere generalmente de equipos diseñados para tomar muestras de una profundidad determinada sin que se contaminen con la columna de agua superior. Generalmente se requiere conocer el volumen, movimiento, y composición de varias partes del cuerpo de agua a ser estudiado. La toma de muestras integradas es un proceso complicado y especializado que se debe describir adecuadamente en el plan de muestreo.

8.2 MÉTODOS DE MUESTREO

a) Muestreo manual

El muestreo manual implica un mínimo de equipos, pero para programas de muestreo a gran escala o de rutina puede ser excesivamente costoso su manejo.

b) Muestreo Automático

Los equipos de muestreo automático pueden eliminar errores humanos, inherentes al muestreo manual, reducen los costos y permiten aumentar la frecuencia del muestreo. El muestreador automático no debe contaminar la muestra, en el caso de que los recipientes de plásticos sean incompatibles para almacenar muestras que contienen compuestos orgánicos que son solubles en el envase de plástico o puede contaminarse al contacto con éste. En estos casos un muestreador manual con recipiente de vidrio es más adecuado. Programar el muestreador automático de acuerdo con las especificaciones del mismo y las necesidades del muestreo, ajustar cuidadosamente las velocidades de la bomba y los tamaños de los tubos según el tipo de muestra a tomar.

8.2.1. Envases para el Muestreo:

El tipo de envase de muestreo usado es de extrema importancia, se debe comprobar que los envases de las muestras estén libres del elemento de interés, especialmente cuando el muestreo y el análisis son para niveles traza del analito.

Los envases son hechos generalmente de plástico o de vidrio, depende del elemento o parámetro requerido, para seleccionar el tipo de envase.

Los recipientes de vidrio no son convenientes para muestras destinadas a ser analizadas para metales traza; el vidrio libera silicio y sodio, a su vez, pueden adsorber trazas de metales contenidos en la muestra de agua. Por otra parte los recipientes de plástico - excepto los teflonados (politetrafluoroetileno, PTFE)- deben descartarse para muestras que contengan compuestos orgánicos, estos materiales liberan sustancias del plástico (por ejemplo, ésteres de ftalato del plástico) y a su vez disuelven algunos compuestos orgánicos volátiles de la muestra. Las tapas de los envases, generalmente de plástico, también pueden ser un problema, por lo que se debe usar empaques o séptum de metal

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



o PTFE. Para situaciones críticas, es adecuada la inclusión de un blanco del recipiente para demostrar la ausencia de interferencias. Usar los envases de vidrio para todos los análisis de compuestos orgánicos volátiles, semivolátiles, plaguicidas, PCBs, aceites y grasas.

PRECAUCIONES GENERALES

Uno de los requerimientos básicos en el programa de muestreo es una manipulación ausente de procesos de deterioro o de contaminación antes de iniciar los análisis en el laboratorio; en el muestreo de aguas, antes de coleccionar la muestra es necesario purgar el recipiente dos o tres veces, a menos que contenga agentes preservativos. Dependiendo del tipo de determinación, el recipiente se llena completamente (esto para la mayoría de las determinaciones de compuestos orgánicos), o se deja un espacio para aireación o mezcla (por ejemplo en análisis microbiológicos); si el recipiente contiene preservativos no puede ser rebosado, lo cual ocasionaría una pérdida por dilución. Excepto cuando el muestreo tiene como objetivo el análisis de compuestos orgánicos, se debe dejar un espacio de aire equivalente a aproximadamente 1% del volumen del recipiente, para permitir la expansión térmica durante su transporte.

Cuando las muestras coleccionadas contienen compuestos orgánicos o metales traza, se requieren precauciones especiales, debido a que muchos constituyentes están presentes en concentraciones de unos pocos microgramos por litro y se puede correr el riesgo de una pérdida total o parcial, si el muestreo no se ejecuta con los procedimientos precisos para la adecuada preservación.

Las muestras representativas se pueden obtener sólo coleccionando muestras compuestas predeterminadas o en diferentes puntos de muestreo; las condiciones de recolección varían con las localidades y no existen recomendaciones específicas que puedan ser aplicables en forma general. Algunas veces es más informativo analizar varias muestras en forma separada en lugar de obtener una muestra compuesta, ya que es posible aparentar su variabilidad, los máximos y los mínimos.

En términos generales, la muestra coleccionada debe asegurar que los resultados analíticos obtenidos representan la composición actual de la misma. Los siguientes factores afectan los resultados: presencia de material suspendido o turbidez, el método seleccionado para su remoción, los cambios fisicoquímicos en el almacenamiento o por aireación. Por consiguiente es necesario disponer de los procedimientos detallados (como filtración, sedimentación, etc.) a los que se van a someter las muestras antes de ser analizadas, especialmente si se trata de metales traza o compuestos orgánicos en concentraciones traza. En algunas determinaciones como los análisis para plomo, estos pueden ser

invalidados por la contaminación que se puede presentar en tales procesos. Cada muestra debe ser tratada en forma individual, teniendo en cuenta las sustancias que se van a determinar, la cantidad y naturaleza de la turbidez presente, y cualquier otra condición que pueda influenciar los resultados.

La selección de la técnica para recolectar una muestra homogénea debe ser definida en el plan de muestreo. Generalmente, se separa cualquier cantidad significativa de material suspendido por decantación, centrifugación o un procedimiento de filtración adecuado. Para

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



el análisis de metales la muestra puede ser filtrada o no, o ambas, si se requiere diferenciar el total de metales y los disueltos presentes en la matriz.

8.3 MANIPULACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA Y MANEJO DE DATOS

La Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, 1992c) así como los "Métodos Estándar" (SMEWW 21st Edition-2005) proporcionan una guía sobre los procedimientos para la preservación de muestras, procedimientos, materiales para los recipientes y máximo tiempo de almacenamiento permisible para los parámetros de calidad del agua. Los documentos también suministran algunos lineamientos generales sobre la recolección y manipulación de muestras.

8.3.1 Embalaje y envío de las muestras

Si las muestras no van a ser analizadas en un laboratorio en el campo o si no van a ser entregadas inmediatamente, deben ser colocadas en un recipiente térmico para su transporte junto con un registro de cadena de custodia, hojas de datos de campo y solicitudes de análisis de muestras. Los laboratorios comerciales generalmente suministran estas solicitudes de análisis. Las botellas de vidrio deben ser embaladas con cuidado para evitar roturas y derrames. Las muestras deben ser colocadas en hielo o en un sustituto sintético que las mantenga a 4°C durante todo el viaje. El hielo debe ser colocado en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja de embarque. Los registros sobre el muestreo deben ser colocados en un sobre impermeable, guardándose una copia en el lugar.

8.3.2 Control y registro de las muestras de agua

El registro del muestreo, la preservación y el análisis son esenciales para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados; incluye la actividad de seguir o monitorear las condiciones de toma de muestra, preservación, codificación, transporte y su posterior análisis. Este proceso es básico e importante para demostrar el control y confiabilidad de la muestra no sólo cuando hay un litigio involucrado, sino también para el control de rutina de las muestras. Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro. Los siguientes procedimientos resumen los principales aspectos del control y vigilancia de las muestras.

- **Etiquetas.** Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, pegar al frasco de muestra antes de o en el momento del muestreo, papel engomado o etiquetas adhesivas en las que se anote, con tinta a prueba de agua, por lo menos la siguiente información: número de muestra, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de recolección, y preservación realizada.
 - **Sellos.** Para evitar o detectar adulteraciones de las muestras, sellar los recipientes con papel autoadhesivo, en los que se incluya por lo menos la siguiente información: número de muestra (idéntico al número en la etiqueta), nombre del recolector, fecha y hora de muestreo; también son útiles los sellos de plástico encogible. Adherir el sello de tal manera que sea necesario romperlo para abrir el
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



recipiente de la muestra, después de que el personal muestreador ceda la custodia o vigilancia.

- **Libro de campo.** Registrar toda la información pertinente a observaciones de campo o del muestreo en un libro apropiado, en el que se incluya como mínimo lo siguiente: propósito del muestreo; localización de la estación de muestreo, o del punto de muestreo si se trata de un efluente industrial, en cuyo caso se debe anotar la dirección y el nombre del representante de la empresa; tipo de muestra y método de preservación si es aplicable. Si se trata de una muestra de aguas residuales, identificar el proceso que produce el efluente. Estipular también la posible composición de la muestra y las concentraciones; número y volumen de muestra tomados; descripción del punto y método de muestreo; fecha y hora de recolección; número(s) de identificación del (los) recolector(es) de la muestra; distribución y método de transporte de la muestra; referencias tales como mapas o fotografías del sitio de muestreo; observaciones y mediciones de campo; y firmas del personal responsable de las observaciones. Debido a que las situaciones de muestreo varían ampliamente, es esencial registrar la información suficiente de tal manera que se pueda reconstruir el evento del muestreo sin tener que confiar en la memoria de los encargados. Guardar el libro en un sitio seguro.
- **Registro del control y vigilancia de la muestra.** Diligenciar el formato de control y vigilancia de cada una de las muestras o grupo de muestras, las cuales deben estar acompañadas de este formato; en él se incluye la siguiente información: número(s) de la(s) muestra(s); firma del recolector responsable; fecha, hora y sitio de muestreo; tipo de muestra; firmas del personal participante en el proceso de control, vigilancia y posesión de las muestras y las fechas correspondientes.
- **Formato de solicitud de análisis.** La muestra debe llegar al laboratorio acompañada de una solicitud de análisis; el recolector completa la parte del formato correspondiente a la información de campo de acuerdo con la información anotada en el libro de campo. La parte del formato correspondiente al laboratorio la completa el personal del laboratorio, e incluye: nombre de la persona que recibe la muestra, número de muestra en el laboratorio, fecha de recepción, y las determinaciones a ser realizadas.
- **Entrega de la muestra en el laboratorio.** Las muestras se deben entregar en el laboratorio lo más pronto que sea posible después del muestreo, en el transcurso de dos días como máximo; si el tiempo de almacenamiento y preservación es menor, debe planificarse el procedimiento para asegurar su entrega oportuna en el laboratorio. En caso de que las muestras sean enviadas por correo a través de una empresa responsable, se debe incluir el formato de la compañía transportadora dentro de la documentación del control y vigilancia de la muestra. La solicitud de análisis debe estar acompañada por el registro completo del proceso de control y

vigilancia de la muestra. Entregar la muestra a la oficina de recepción en el laboratorio; el recepcionista a su vez debe firmar el formato de vigilancia y control, incluyendo la fecha y hora de entrega.

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



- **Recepción y registro de la muestra.** En el laboratorio, el recepcionista inspecciona la condición y el sello de la muestra, compara la información de la etiqueta y el sello con el registro o formato del proceso de control y vigilancia, le asigna un número o código para su entrada al laboratorio, la registra en el libro del laboratorio, y la guarda en el cuarto o cabina de almacenamiento hasta que sea asignada a un analista.
- **Asignación de la muestra para análisis.** El coordinador del laboratorio asigna la muestra para su análisis. Una vez la muestra está en el laboratorio, el auditor y los analistas son responsables de su cuidado y vigilancia.

8.4 METODOS ESTANDAR PARA LOS ANALISIS DE AGUA Y AGUAS RESIDUALES

El documento denominado "Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas Residuales" (SMEWW 21st Edition-2005). Fue publicado conjuntamente por la American Public Health Association, la American Water Works Association y la Water Environment Federation, el que representa una referencia para la metodología de análisis de calidad del agua.

Los laboratorios acreditados conocen los "Métodos Estándar" y usan estos métodos para algunos de los parámetros recomendados en este Protocolo. Los laboratorios acreditados poseen gran parte de equipamiento analítico necesario para llevar a cabo estos análisis (absorción atómica, espectrofotometría, cromatografía, colorimetría, etc.) debido a las necesidades existentes en los exámenes de muestras de aguas y otros.

9. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

9.1 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Aseguramiento y control de calidad (AC y CC) son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza, o puede ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos fiables y precisos.

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la

capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Asegurarse que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos establecidos en el presente protocolo.
 - ✓ Enviar toda la documentación (formatos, cadena de custodia, etiqueta, oficios, etc) de las muestras asegurando que los datos de campo no varíen en su descripción.
 - ✓ Es esencial que el personal de campo este capacitado para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.
 - ✓ Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo se requiere considerar los siguientes blancos y duplicados de acuerdo a las determinaciones analíticas:
-

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Fisicoquímicos

a) Los blancos de equipo

Consiste en llenar los envases con el agua final del enjuague de la descontaminación de los equipos. Una vez analizados, muestran la efectividad de la limpieza de los equipos de campo. Colecte los blancos de equipo después del muestreo del agua subterránea o superficial en la estación con la contaminación más alta. Uno por día del muestreo es suficiente.

b) Los blancos de campo

Son envases de agua desionizada que se llenan en la estación de muestreo, etiquetan, empaquetan, sellan y se mandan al laboratorio con las otras muestras. Se usan los blancos de campo para investigar la contaminación en el laboratorio, y durante la colecta y envío de las muestras. El laboratorio requiere un blanco de campo por cada día del muestreo.

c) Los blancos viajeros

Son envases de agua desionizada preparados en el laboratorio y enviados junto con los fascos de muestreo. Se deben mantener en la misma caja térmica que las otras acompañando todo el proceso de colecta de muestras, manejo y envío. Si se encuentran contaminados, podría ser que la contaminación ocurriera durante el transporte de muestra o en el almacenaje en el laboratorio. Se requiere por lo menos uno para cada envío de muestra.

d) Las muestras duplicadas

Se usan para verificar la precisión del recojo de muestras de agua en campo o el análisis de laboratorio. Se recogen dos muestras de agua por duplicado en el campo, coleccionar la muestra duplicada de una estación en donde se cree que hay niveles altos de un compuesto particular.

Microbiológico

a) Blanco Viajero:

Se coloca agua destilada estéril en un frasco de muestreo, se realiza un análisis de recuento de bacterias heterótrofas, para determinar que el agua no contiene ningún microorganismo presente.

El blanco viajero se coloca en la misma caja de muestreo con el resto de frascos, este se mantendrá cerrado durante todo el tiempo de muestreo, para luego ser analizado conjuntamente con las muestras.

Este blanco permite comprobar una posible contaminación por el transporte y procedimientos de almacenamiento en campo.

b) Duplicados de Muestreo:

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Cada diez muestras se debe preparar una muestra duplicada de muestreo, que consiste en llenar dos frascos con una misma muestra de agua extraída del mismo lugar y en el mismo tiempo. De esta forma se verifica la variabilidad en los resultados debido a la manipuleo, conservación o contaminación de las muestras corrientes.

10. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aguas continentales: Todas las aguas en la superficie del suelo y todas las aguas subterráneas situadas hacia tierra desde la línea que sirve de base para medir la anchura de las aguas territoriales.

Aguas costeras: Las aguas situadas fuera de la línea de bajamar o del límite exterior de un estuario. Las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición.

Aguas dulces: Agua que surge de forma natural, con baja concentración de sales, y que con frecuencia puede considerarse apta para ser extraída y tratada a fin de producir agua potable.

Aguas residuales: Aguas vertidas después de ser utilizadas o producidas en un proceso, que contienen sustancias disueltas y/o en suspensión procedentes de ese proceso.

Aguas residuales domésticas: Las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

Aguas residuales industriales: Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial.

Frecuencia de muestreo: Número de muestras representativas tomadas en un período determinado de tiempo, en las diferentes estaciones de muestreo.

10 REFERENCIAS

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 21 edition 2005.

11 ANEXOS

Anexo I: “Requisitos para toma de muestras de agua y preservación”.

Anexo II: “Ficha de Cadena de Custodia y Ficha de Muestreo”.

Anexo III: “Requisitos para etiqueta de identificación de muestras de agua”

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES



Lima, enero de 2016

PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Autoridad Nacional del Agua
Ministerio de Agricultura

Jefe de la Autoridad Nacional del Agua
Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister

Secretaría General
Abg. Janet Aída Velásquez Arroyo

Director de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos
Blgo. Juan Carlos Castro Vargas

Coordinadora del Protocolo
Blga. María Esther Palacios Burbano

Equipo colaborador
Ing. Paola Chinen Guima
Blga. Melissa Salbatier Portugal
Ing. Flor de María Huamani
Ing. Lourdes Chang Cristóbal
Quím. Daniel Medrano Mallqui
Ing. Rony Colque Granda
Ing. Jorge Silva Morán
Ing. Ramón Gonzales Cornejo
Blgo. Juan José Ocola Salazar
Lic. Llojan Chuquisengo Picon
Blgo. Percy Pérez Díaz
Blga. Lizeth Cárdenas Villena

Apoyo Consultor Internacional de la GIZ
Ing. Klaus Holzner - Experto Integrado CIM

Instituciones colaboradoras
Ministerio del Ambiente - Dirección General de Calidad Ambiental
Ministerio de Salud - Dirección General de Salud Ambiental
Ministerio de la Producción – Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura – Dirección General de Sostenibilidad Pesquera
Ministerio de la Producción – Viceministerio de MYPE e Industria – Dirección General de Asuntos Ambientales
Ministerio de Agricultura – Dirección General de Asuntos Ambientales
Ministerio de Defensa – Dirección General de Capitanía y Guardacostas del Perú
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – Dirección General de Asuntos Ambientales
Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros
Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Instituto del Mar del Perú

Dirección de la Autoridad Nacional del Agua
Calle Diecisiete 355, Urb. El Palomar – San Isidro, Lima
Teléfono: 01-226-0647 – Anexo: 2400



CONTENIDO

1. Introducción	4
2. Objetivo	4
3. Base legal	5
4. Alcance y aplicación del protocolo	6
5. Monitoreo de la calidad del cuerpo receptor de vertimientos AUTORIZADOS	6
5.1. Ubicación de los puntos de control de la calidad del cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales	6
5.1.1. En cuerpo de agua lótico	7
5.1.2. En cuerpo de agua léntico	8
5.1.3. En cuerpo de agua marino-costero	9
5.1.4. Identificación de los puntos de monitoreo y/o control en el cuerpo receptor	10
5.2. Frecuencia de monitoreo de la calidad del cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales tratadas	10
5.3. Parámetros de control en función de la actividad generadora de las aguas residuales ..	10
5.4. Toma, conservación, preservación y análisis de las muestras de agua	12
5.5. Remisión de los reportes de monitoreo	12
6. Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos SUPERFICIALES	12
6.1. Recursos humanos	12
6.2. Recursos económicos	13
6.3. Tipos de muestras de agua	13
6.4. Planificación del monitoreo	14
6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	15
6.5.1. Cuenca e intercuenca	15
6.5.2. Lagos, lagunas, embalses	15
6.5.3. Mar	16
6.5.4. Codificación del punto de muestreo	16
6.6. Frecuencia de monitoreo	18
6.7. Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	18
6.8. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección	19
6.9. Seguridad en el trabajo de campo	19
6.10. Reconocimiento del entorno	20
6.11. Rotulado y etiquetado	20
6.12. Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino-costeras ...	20
6.12.1. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas continentales	20
6.12.2. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas marino-costeras	22
6.13. Georreferenciación del punto de monitoreo	24
6.14. Medición de los parámetros de campo	24
6.15. Procedimiento para la toma de muestras	25
6.16. Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras	28
6.17. Aseguramiento de la calidad del muestreo	30



Blancos	30
6.17.1. Duplicados de campo	31
6.17.2. Recomendaciones para el aseguramiento de la calidad del muestreo.....	31
6.18. Actividades postmuestreo	32

ANEXOS

- Anexo I: Ficha de registro de datos de campo
- Anexo II: Etiqueta para muestras de agua
- Anexo III: Cadena de custodia
- Anexo IV: Ficha de Identificación del punto de monitoreo
- Anexo V: Manguera muestreadora
- Anexo VI: Frecuencias de monitoreo establecidas en las normas ambientales sectoriales
- Anexo VII: Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado
- Anexo VIII: Glosario de términos
- Anexo IX: Referencias bibliográficas



plomo, (R) parámetro requerido solamente en caso de refinerías FCC, (S) sulfuros, (SST) sólidos suspendidos totales, (T) temperatura en grados Celsius, (Zn) zinc, e (IGA) Instrumento de Gestión Ambiental.

En caso de aprobarse, posteriormente a la publicación del presente Protocolo, los **límites máximos permisibles** para parámetros no considerados en la cuadro precedente o para actividades no contempladas, el programa de monitoreo deberá adecuarse según las disposiciones y los plazos establecidos por la autoridad ambiental competente. En tal caso, se incorporarán dichos parámetros también en el programa analítico para el control de la calidad del agua del cuerpo receptor, siempre que en la categoría correspondiente al cuerpo natural de agua se haya establecido el respectivo Estándar de Calidad Ambiental para Agua o la autoridad ambiental sectorial lo estime pertinente. Asimismo, ante actualizaciones o modificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (categorías y/o parámetros), se revisará y de ser necesario actualizará el cuadro 1.

5.4. Toma, conservación, preservación y análisis de las muestras de agua

La toma de muestra de agua natural deberá ser realizada en los puntos de control y a la profundidad establecidos en la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas en concordancia con lo señalado en el Instrumento de Gestión Ambiental y de acuerdo con las disposiciones establecidas en el presente Protocolo.

En caso las condiciones climáticas (tormentas, lluvias o nevadas) u oceanográficas (braveza del mar) no permitan la toma de muestra en condiciones seguras, se prescindirá de realizar el monitoreo en el cuerpo receptor, lo que deberá ser debidamente sustentado.

El tipo de recipiente, las condiciones de preservación y el tiempo máximo de almacenamiento de las muestras de agua debe ser concordante con lo indicado en el anexo VII. El análisis deberá ser realizado por un laboratorio acreditado. (Véase el glosario).

5.5. Remisión de los reportes de monitoreo

Los resultados del monitoreo deberán ser sistematizados según el formato publicado en el la página web de la Autoridad Nacional del Agua y reportados por vía digital junto con sus respectivos informes de ensayo escaneados en un plazo no mayor de 15 días calendarios después de finalizado el trimestre de evaluación.

La información resultante de la presentación de los reportes de monitoreo será de acceso para las instituciones con competencia en evaluación ambiental de las actividades del sector correspondiente.

6. MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

El capítulo 6 establece los criterios generales para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, que considera desde la logística mínima necesaria, planificación, ejecución e informe técnico, cuyo contenido deberá ser de aplicación y referente obligatorio para la Autoridad Nacional del Agua y otros que pudieran desarrollar similar actividad.

6.1. Recursos humanos

El monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberá ser realizado por un equipo de personas con conocimiento sobre la toma de muestras, preservación, transporte y todos los puntos tomados en el presente Protocolo. Asimismo, deberán conocer la zona de muestreo y los lugares de acceso. El equipo deberá contar como mínimo con dos (02) personas, a fin de que se realice una distribución homogénea de las actividades en campo.



6.2. Recursos económicos

La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:

- Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, alquiler de camioneta
- Viáticos por cada recurso humano
- Envío de muestras: por *courier*
- Análisis de las muestras por cada parámetro evaluado
- Alquiler de equipo de monitoreo
- Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.

6.3. Tipos de muestras de agua

Las muestras de agua pueden clasificarse en los siguientes tipos:

a. Muestra simple o puntual

A esta muestra también se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.

Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de áreas sustanciales, puede decirse que la muestra simple es representativa de un intervalo de tiempo o un volumen más extenso. En tales circunstancias, las características de un cuerpo de agua pueden estar adecuadamente representadas por muestras simples, como en el caso de aguas de suministro, aguas subterráneas, algunos casos de aguas superficiales y de manera extraordinaria en algunas corrientes de aguas residuales.

b. Muestra compuesta

Es el resultado de la mezcla homogenizada de varias muestras simples colectadas durante un periodo determinado según proporciones concretas. Pueden ser de volumen fijo o de volumen proporcional, dependiendo del intervalo del muestreo y el volumen de cada muestra simple que lo conforma.

Este tipo de muestras se emplea cuando se requieren conocer las condiciones promedio en un determinado periodo. Son generalmente usadas para la caracterización de aguas residuales.

La muestra compuesta de volumen fijo se compone mezclando en un mismo recipiente las alícuotas de igual volumen. La muestra compuesta de volumen proporcional, aplicado principalmente para ríos o quebradas de bajo caudal y de alta variabilidad, se compone tomando y mezclando en un mismo recipiente un volumen (alícuota) de muestra que se calcula de la siguiente forma:

$$V_i = \frac{V \times Q_i}{n \times Q_p}$$

Donde:

V_i : Volumen de cada alícuota o porción de muestra

V : Volumen total a componer

Q_i : Caudal instantáneo medido en el momento de toma de muestra

Q_p : Caudal promedio durante el muestreo

n : Número de muestras tomadas



Se recomienda exceder el volumen de muestra total a componer en un 20 % a fin de suplir pérdidas o derrames durante la manipulación.

c. Muestra integrada

Consiste en la homogenización de muestras puntuales tomadas en diferentes puntos simultáneamente, con la finalidad conocer las condiciones de calidad de agua promedio en los cuerpos de agua.

Dentro de esta clasificación, se ubican las muestras integradas de área que comprenden varias muestras simples tomadas en varios puntos de una determinada área acuática (ancho de un río) y las muestras integradas de profundidad, que abarcan muestras simples o compuestas tomadas a lo largo de la columna de agua.

El primer caso mide el ancho del río y se divide en cuatro secciones iguales. Se toman muestras a 1/4, 1/2 y 3/4 de la sección transversal del río. Posteriormente, se homogenizan partes iguales de cada muestra obtenida.

Para la toma de las muestras integradas en cuerpos de agua profundos, se pueden realizar muestreos puntuales a diferentes profundidades o de todo el segmento de la columna de agua utilizando una manguera muestreadora. (Véase el ítem 6.15).

6.4. Planificación del monitoreo

La planificación del monitoreo se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas (Ej. Google Earth), los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado del equipo de trabajo y para el análisis de las muestras.

Grafico 1. Actividades realizadas en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales



PREMONITOREO	MONITOREO	POSTMONITOREO
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del Monitoreo • Establecimiento de la red de puntos de monitoreo • Codificación del punto de muestreo • Frecuencia de Monitoreo • Parámetros recomendados a evaluar en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos • Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección • Seguridad en el trabajo de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del entorno • Rotulado y Etiquetado • Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino costeros • Georeferenciación del punto de monitoreo • Medición de los parámetros de campo • Toma de muestra • Preservación • Llenado de la cadena de custodia • Transporte de las muestras • Aseguramiento de la calidad de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las muestras por el laboratorio acreditado por la INACAL. • Procesamiento y revisión de datos de los análisis. • Elaboración del Informe técnico del monitoreo

6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realizan a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

6.5.1. Cuenca e intercuenca

Para el caso de una cuenca hidrográfica e intercuenca, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos, lagos y lagunas, ubicación de infraestructura hidráulica (bocatomas, túneles, embalses), centros poblados y zonas urbanas, red vial, áreas naturales protegidas, pasivos mineros y/o hidrocarburíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras, industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación. La ubicación de los puntos de monitoreo deberán incluir los siguientes aspectos:

- En la naciente del recurso hídrico, la cual se ubica generalmente en la cabecera de cuenca donde nacen los ríos, que servirá como punto de referencia o "blanco".
- En el estuario o zona de la desembocadura del río al mar.
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
- Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminante puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.
- Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
- En zonas de protección tales como reservas, parques naturales, etc.
- En caso se cuente con una red de estaciones hidrométricas en la cuenca materia de evaluación, se recomienda que el punto de monitoreo de calidad de agua se ubique cerca a dicha estación hidrométrica para que se pueda contar con la medición simultánea del caudal.

El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

Se debe precisar que el muestreo debe iniciarse desde los puntos ubicados en la parte alta de la cuenca o intercuenca.

6.5.2. Lagos, lagunas, embalses

En recursos hídricos lénticos, el mapa deberá considerar la integración de la siguiente información en mapas cartográficos: desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarburíferos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo, debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, recreación, acuicultura, etc.) o en zonas de importancia particular, como puntos



- de toma de agua para uso poblacional, zonas de desove o crianza de peces, zonas de ingresos de afluentes, zonas de descarga, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Para recursos hídricos con profundidades mayores a 6 metros, considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a 1 metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.

6.5.3. Mar

Para la ubicación de los puntos de monitoreo en la zona marina, se debe integrar en un mapa cartográfico la siguiente información: delimitación del cuerpo de agua marino-costero, desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarbúricos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zonas de pesca, áreas de concesión para la maricultura y bancos naturales de moluscos bivalvos, desove o crianza de peces, recreación, balnearios, acuicultura, etc.).
- En zonas de importancia particular como puntos de toma de agua para uso poblacional, desalinización, zonas de descarga de ríos, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Se debe considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a un metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.

6.5.4. Codificación del punto de muestreo

El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

Asimismo, deberán registrarse puntos de referencia en la proximidad del punto de monitoreo, tales como puentes, kilometraje vial, localidad u otro elemento que permita la ubicación rápida en campo.

En el caso de puntos de muestreo en cuerpos de agua lénticos o marino costeros, es útil indicar por lo menos dos puntos de referencia en la costa que permitan la identificación del punto en el campo.

Toda la información relativa al punto de monitoreo será registrada en el formato del anexo IV: *Formato de identificación del punto de monitoreo.*



Todos los puntos de muestreo establecidos por la Autoridad Nacional del Agua en el marco de las actividades de Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberán poseer un código que será determinado según el siguiente detalle.

El código de cada punto de muestreo ubicado en cuerpos naturales de agua continental estará conformado por los siguientes elementos:

[Sigla del tipo de cuerpo de agua] [Sigla del nombre del cuerpo de agua] [Numeración continua]

- Sigla del tipo del cuerpo de agua

R	→	Río
Q	→	Quebrada
C	→	Cocha
F	→	Manantial
L	→	Laguna natural o artificial, lago
E	→	Embalse o represa
H	→	Humedal, bofedal
M	→	Mar
B	→	Bahía
G	→	Estuario, manglar o marisma

- Sigla del nombre del cuerpo natural de agua: compuesta por las cuatro (04) letras iniciales del nombre del cuerpo de agua. Para nombres compuestos se utiliza la primera letra de la primera palabra y las primeras tres (03) letras de la segunda palabra; por ejemplo Santa Bárbara: SBar.
- Numeración continua: los números se asignan en orden creciente y se inicia en la parte más alta de la cuenca (cabecera o nacimiento) con el número 1 y se aumenta la numeración hasta su desembocadura del río al mar.

Como ejemplo: si a una red de monitoreo está constituida por 21 puntos y se desea agregarle un punto adicional, el nuevo punto de monitoreo va a recibir el número siguiente al último punto de monitoreo asignado, es decir, será el punto 22. Si se elimina un punto de monitoreo de una red, el número de este punto no deberá ser "reciclado" o "reasignado" para un nuevo punto de monitoreo.

Gráfico 2. Cuenca del río Moche, mostrando la red de puntos de monitoreo.



Fuente ANA: I.T. N° 041-2014-ANA-DGCRH/GOCRH



6.6. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico que ocurren en determinados periodos, los cuales pueden estar influenciados por:

- Estacionalidad de la cuenca (épocas de avenida, transición y de estiaje)
- Variabilidad de las corrientes marinas
- La variabilidad del proceso productivo de las actividades industriales
- La estacionalidad de la actividad de pesca industrial
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (huaycos, accidentes, derrame de sustancias peligrosas, floración de algas, etc.)
- Ocurrencia de enfermedades endémicas y/o epidemias

6.7. Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

En el cuadro 2, se presentan los parámetros mínimos a considerar de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por la ANA a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por el MINAM (D.S. N.º 015-2015-MINAM).

Cuadro 2. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Parámetros	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos	Categoría 4 Ecosistemas marino-costeros
Parámetros de campo	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD
Parámetros químico-físicos	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N-NO ₃ , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N _{tot} , N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn), sulfuros	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn)
Parámetros microbiológicos	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Organismo de vida libre	Coliformes termotolerantes,	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Huevos y larvas de helmintos,	Coliformes termo tolerantes	

Elaboración propia

Lo anterior no exime la posibilidad de adicionar parámetros de evaluación en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales según el objetivo propuesto, además podrá considerar los siguientes factores:

- Tipología de las fuentes de contaminación: extractivas, productivas, poblacionales, agrícolas, ganaderas
- Materiales y sustancias químicas usadas en las actividades específicas
- Productos de reacción o degradación de las materias primas
- Naturaleza geológica de la cuenca hidrográfica
- Anormalidades biológicas o químicas
- Clasificación de los recursos hídricos



6.8. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección

Para ejecutar un monitoreo de manera efectiva, se deberán preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH, conductividad, formatos (fichas de registro de campo y cadenas de custodia) de acuerdo con la necesidad u objetivo del monitoreo. Asimismo, se deberá contar con todos los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados descritos en el cuadro 2.

Cuadro 3. Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Medios de transporte	Vehículo para transporte terrestre (camioneta) y acuático (embarcación, zodiac, lancha) ¹
Materiales	Cooler grandes y pequeños, frascos de plásticos y vidrio ² , baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20 litros de volumen), guantes descartables ³ , mascarillas ³ , pizetas, refrigerantes
Equipos	GPS, correntómetro, multiparámetro ⁴ , cámara fotográfica, botellas hidrográficas, brazo muestreador
Soluciones y reactivos	Agua destilada, preservantes ² , soluciones estándar (pH, conductividad, etc.)
Formatos	Etiquetas (anexo II), ficha de datos de campo (anexo I), cadena de custodia (anexo III)
Permisos	Recursos hídricos marinos y lacustres: DICAPI Embalses: operador hidráulico Otros permisos en caso se requieran en la zona de intervención
Material cartográfico	Mapa hidrográfico o marino según corresponde
Indumentaria de protección	Zapatos de seguridad, botas de jebe cortas, botas de jebe musleras, vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, casaca, chaleco), lentes, casco, gorra, ponchos impermeables, arnés, chaleco salvavidas
Otros	Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, soga, cinta métrica, linterna de mano, pizarra acrílica o tablero

Elaboración propia

Dónde:

- 1: Deben cumplir condiciones de seguridad para el transporte del personal, equipos y materiales establecidos en la ficha de seguridad de la embarcación, este último es obligatorio para el monitoreo de los cuerpos de agua marinos.
- 2: Frascos de primer uso cuyo volumen y características serán determinados por el parámetro a evaluar (anexo VII)
- 3: Los frascos deberán ser únicos por cada punto de monitoreo.
- 4: Se deberá verificar la calibración de los sensores de pH, OD y conductividad dentro de las 24 horas antes del muestreo. El sensor de oxígeno disuelto debe calibrarse entre muestreo y muestreo si existe una diferencia significativa en altitud.

6.9. Seguridad en el trabajo de campo

El amplio rango de condiciones encontradas en los muestreos de cuerpos de agua puede someter al personal de campo a una variedad de riesgos para la seguridad y la salud. Con la finalidad de prevenir daños personales y de los materiales y/o equipos durante el desarrollo del monitoreo, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal que desarrolla el trabajo de campo (monitoreo) debe contar con la indumentaria y el equipo de protección personal (EPP) necesario para la ejecución de la actividad.



- La ubicación del punto de monitoreo deberá ser seleccionado de tal modo que esté garantizado el acceso y la toma de muestra de agua en condiciones seguras.
- Evitar el ingreso a ríos caudalosos y/o profundos para la toma de muestras. Se recomienda coleccionar las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla, pero que conserve las medidas de seguridad. La persona que toma la muestra debe ser asegurada con arnés y una soga anclada a una estructura sólida.
- En cuerpos de aguas navegables y marino-costeros, se deben utilizar chalecos salvavidas.
- En caso de presentarse lluvias torrenciales y permanentes, se debe paralizar el monitoreo por la seguridad del personal y la protección de los materiales y/o equipos.
- El personal de campo deberá contar con seguro complementario de trabajo de riesgo (SCTR).
- Se debe contar en todo momento con un botiquín de primeros auxilios, linterna, radio de comunicación, entre otros.

6.10. Reconocimiento del entorno

En el lugar de muestreo se deberá realizar el reconocimiento del entorno e indicar en el ítem Observaciones de la ficha de campo (**anexo I**) las características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

6.11. Rotulado y etiquetado

Los recipientes se deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo debe contener los siguientes datos (anexo II):

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua (agua continental o marina)
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de reactivo (si lo requiere)

Se recomienda cubrir la etiqueta con cinta transparente a fin de protegerla de la humedad. El etiquetado deberá ser realizado antes de la toma de muestras.

6.12. Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino-costeras

6.12.1. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas continentales

Medición del caudal

Los caudales de los ríos o quebradas pueden ser estimados utilizando un medidor de velocidad (correntómetro) para determinar la velocidad superficial del agua y luego mediante la medición del área transversal del curso de agua.

La dificultad para medir el flujo de agua radica principalmente en la medición del área transversal debido a la poca homogeneidad del cauce, presencia de piedras, profundidad y turbulencia. Si embargo, es posible hacer una aproximación al caudal real a través de las siguientes recomendaciones:



- Buscar el tramo del cuerpo de agua más cercano al punto de monitoreo que presente un cauce lo más homogéneo posible.
- En la medida de lo posible, retirar los materiales u objetos que obstruyan el paso de agua.
- Realizar las lecturas de velocidad en los márgenes izquierdo, derecho y centro del cuerpo de agua y el largo de la línea transversal. Considerar las lecturas a media altura de cada profundidad.
- Tomar las medidas de las alturas respectivas en cada punto de medición de velocidad.
- Realizar la medición del ancho del cuerpo de agua usando una cinta métrica (wincha).

Para la medición de caudales del agua, existen varios métodos, pero los más utilizados son el método del correntómetro y el método del flotador:

a. Método del correntómetro

Este método estima la velocidad del agua por medio de un instrumento llamado correntómetro que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua.

Existen varios tipos de correntómetros, pero los más empleados son los de hélice que hay de varios tamaños; cuanto más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del equipo.

Como el correntómetro mide la velocidad en un punto, para obtener la velocidad media de un curso de agua se debe, en ciertos casos, medir la velocidad en dos, tres o más puntos a diversas profundidades a lo largo de una vertical y a partir de la superficie del agua.

Las profundidades a las que se miden las velocidades con el correntómetro están en función de la altura del tirante de agua (d).

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del correntómetro
cm	cm
<15	d/2
15<d<45	0,6d
>45	0,2 d y 0,8 d o 0,2 d; 0,6 d y 0,8 d

Fuente: R.J. N° 182-2011-ANA

Conocidas las profundidades se calcula el área de la sección transversal, la cual se utilizará para el cálculo del caudal.

$$Q = V \times A$$

Donde:

V: Velocidad determinada con el correntómetro

A: Área de la sección transversal

b. Método del flotador

El método del flotador se utiliza cuando se carece de equipos de medición para este fin. Los caudales de ríos y quebradas pueden ser estimados generando primero una relación caudal-altura para un punto estable a lo largo del curso del agua mediante un aforador en una serie de condiciones de caudal bajo, medio y alto.

Medición de la velocidad: V

- Seleccionar un tramo homogéneo.
- Se estima una longitud apropiada que representará el espacio recorrido por el flotador que oscile entre 30 a 100 m según el caudal y tamaño del recurso.



- Contar con un flotador visible.
- Se inicia la operación lanzando el flotador al inicio del tramo seleccionado.
- Estimación del tiempo utilizado por el flotador en completar el espacio seleccionado.
- Realizar varias mediciones para descartar los valores errados que permitirá obtener un valor constante.
- Unidad de medida más representativa es m/s.

Medición de la sección transversal: A

- Extender una cuerda entre ambas orillas para medir la longitud.
- Medir las profundidades a lo largo del cauce tomando como referencia la cuerda.
- Estimar el área de la sección transversal.

Medición del caudal: $Q = m^3/s$

El cálculo del caudal se realiza al multiplicar el área de la sección transversal (A) por la velocidad obtenida (V).

$$Q = V \times A$$

c. Método volumétrico

Medición del tiempo: T

- Se requiere un recipiente graduado para coleccionar el agua que permitirá determinar el flujo.
- Un cronómetro.
- Se estima el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua.

Medición del volumen: V

- Conocer el volumen del recipiente

Medición del caudal: $Q = m^3/s$

- El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = V/T$$

Donde:

- Q: Caudal m^3/s
- V: Volumen en m^3
- T: Tiempo en segundos

6.12.2. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas marino-costeras

Las masas de agua del océano son dinámicas, dado que se mueven incesantemente con base en movimientos horizontales denominados corrientes. Algunas corrientes son fenómenos pasajeros y afectan solamente un área pequeña en respuesta a las condiciones locales, con frecuencias estacionales. Otras corrientes son permanentes y afectan grandes áreas del océano a nivel mundial.

El movimiento de las corrientes se define por su dirección y velocidad, en nudos (millas náuticas por hora), millas por día o en cm/s.

El origen de los sistemas de corrientes superficiales se encuentra en el viento y, en menor grado, en la diferencia de densidades, consecuencia del flujo de energía desde los trópicos hacia regiones polares y subpolares.



- Para el Perú son relevantes los siguientes sistemas globales de corrientes superficiales marinas:
- Franja ecuatorial, comprendida aproximadamente entre los 10° S y los 20° N de latitud: corriente hacia el Este, muy clara en el Pacífico.
 - Latitudes bajas y medias: predominio de las corrientes de sentido ciclónico.

Además de los movimientos horizontales de las masas de agua, o corrientes, los vientos causan movimientos verticales de las aguas superficiales que pueden ser ascendentes (ascensión) también conocidos como de urgencias o descendentes (sumersión) denominados también hundimiento. La ascensión o la sumersión del agua en las costas son frecuentes en las zonas costeras cuando el movimiento del agua inducido por el viento se dirige hacia el mar, fluye agua profunda a la superficie de la costa reemplazando las aguas superficiales que el viento ha empujado hacia el mar. Por otro lado, se producen movimientos de sumersión de las aguas costeras cuando los movimientos del agua inducidos por el viento son direccionados hacia la costa.

El conocimiento de las condiciones hidrográficas y dinámicas de un cuerpo de agua marino-costero facilita la interpretación de datos anómalos de la calidad del agua registrados en las actividades de monitoreo y vigilancia, dado que permite delimitar áreas acuáticas o costeras de potencial origen de la contaminación.

Asimismo, en la evaluación previa del impacto de un vertimiento, las corrientes marinas son un factor determinante de la dilución de aguas residuales tratadas con el agua natural y su conocimiento permite un diseño más eficiente de los dispositivos de descarga que la suposición de corriente nula.

En ese sentido, para determinar las condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas marino-costeras se podrá utilizar como referencia información o investigaciones realizadas por instituciones especializadas, como IMARPE, la Marina de Guerra del Perú y/o otras entidades. En caso de no contar con información oceanográfica de la zona a evaluar, se podrán aplicar procedimientos alternativos tales como los métodos euleriano y el lagrangiano descritos a continuación:

a. Método euleriano

Para este método se monitorea el flujo en un punto específico. La ventaja sobresaliente es que se puede instalar un aparato auto registrador por un largo periodo. El método euleriano es utilizado particularmente para determinar la corriente marina que puede aplicarse para el diseño de infraestructura marina como los emisores submarinos, ya que permiten obtener series continuas de datos de corrientes en un punto específico y en periodos de varios días o semanas, con los cuales se podrá estimar el promedio (media armónica) de la velocidad de corriente requerido para el diseño de la infraestructura y la determinación de la dilución inicial brindada por el emisor submarino.

Entre los instrumentos que emplean el método euleriano son los ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), los cuales emiten impulsos acústicos a la columna de agua y registran su eco reflejado por las partículas de agua. El efecto acústico "Doppler" hace posible medir la velocidad de la corriente y su dirección de forma muy exacta y en diferentes profundidades simultáneamente.

b. Método lagrangiano

En el método de Lagrange se emplean flotadores a la deriva que permiten obtener la dirección y velocidad representativas para una franja equivalente (igual) a la longitud recorrida por ellos. La posición de los flotadores es localizada mediante posicionamiento satelital en intervalos de tiempo



lo suficientemente cortos para descubrir su trayectoria y velocidades. Los flotadores son lanzados al mar dentro del área de estudio y recorrerán una trayectoria dirigida por la corriente superficial predominante en el lugar. Los datos obtenidos son transferidos a una hoja de ploteo o un sistema de información geográfica donde se calcula la dirección y la velocidad de los flotadores en forma gráfica.

El método lagrangiano es utilizado particularmente para determinar el movimiento del agua de mar desde un punto específico hasta áreas de interés, como por ejemplo en estudios para la ubicación óptima de un emisor submarino de aguas residuales domésticas, ya que permite conocer las probables trayectorias de las aguas residuales desde el vertimiento hasta zonas sensibles a la contaminación, como áreas de acuicultura o de actividades recreativas, y estimar las probables densidades de coliformes en estas zonas considerando el decaimiento natural de los patógenos en el mar. Otra aplicación es el estudio de la causalidad entre la contaminación del recurso hídrico en una zona específica y una fuente de contaminación, dado que el método permite identificar las trayectorias de contaminantes vertidos al mar. Asimismo, el método podrá aplicarse para determinar el punto óptimo para la toma de muestra en el monitoreo del impacto de un vertimiento de aguas residuales.

Como flotadores se pueden emplear objetos tan sencillos como botellas o cubetas parcialmente llenas de agua, a las cuales se les coloca un GPS o se sigue visualmente determinando su posición geográfica manualmente, con el fin de poder obtener la trayectoria de la corriente en un intervalo de tiempo. Sin embargo, este tipo de objetos es afectado por el viento y el oleaje, lo cual influye en el vector resultante de dirección. Por ello, es recomendable emplear flotadores en forma de cruceta o derivadores pasivos.

- Los paneles de los flotadores en forma de cruceta quedan situados por debajo de la superficie del agua, lo que disminuye el arrastre por viento y aumenta el arrastre debido a las corrientes marinas.
- Los derivadores pasivos se constituyen en un elemento flotante y un elemento sumergido a una determinada profundidad, dentro de esta categoría se ubican el paracaídas o flotador con vela de arrastre. El elemento derivador es sumergido a la profundidad deseada y conectado por medio de un cable a una boya en la superficie. Monitoreando la trayectoria de la boya se obtiene la trayectoria lagrangiana del fluido en la profundidad del elemento derivado.

Actualmente, existen varios modelos de derivadores, algunos manejados de manera comercial, que además de contar con sistema GPS, están integrados con otros sensores tales como CTD (conductividad, temperatura y profundidad) o de salinidad.

6.13. Georreferenciación del punto de monitoreo

Una vez ubicados en el sitio de muestreo, se deberá identificar el punto de monitoreo utilizando la información registrada en la *Ficha de identificación del punto de monitoreo* (véase el anexo IV). Para una identificación inequívoca del punto de monitoreo, deberán confirmarse las coordenadas utilizando un equipo de GPS.

6.14. Medición de los parámetros de campo

Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. Para la medición de parámetros en campo se recomienda lo siguiente:



- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre dos muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en la *Ficha de registro de datos de campo* (véase el anexo I).
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los equipos que lo requieran.

6.15. Procedimiento para la toma de muestras

Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras.

a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- (a.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (a.2). Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- (a.3). Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento. Seguir los procedimientos indicados en el ítem 6.14 y registrar las mediciones en la *Ficha de registro de datos de campo (anexo I)*.
- (a.4). Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (a.5). Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (a.6). Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
- (a.7). Para los parámetros orgánicos (aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, etc.) la toma de muestras se realiza en la superficie del río.
- (a.8). Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
- (a.9). Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- (a.10). Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- (a.11). Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.



b. Toma de muestras en ríos o lagos desde la orilla

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo y en el muestreo de lagos desde la orilla, utilizando un brazo muestreador.

Procedimiento:

- (b.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (b.2). Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- (b.3). Antes del inicio de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces, luego tomar una muestra de agua para medir los parámetros de campo de acuerdo al ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (b.4). Para la toma de muestras colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (b.5). Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo dos veces), a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (b.6). Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo del río.
- (b.7). Repetir los procedimientos (a.7) hasta (a.12) del ítem anterior.

c. Toma de muestras en el mar a orillas de playas

Las muestras se tomarán de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- (c.1). En playas donde el oleaje es tranquilo, el personal responsable del muestreo provisto previamente de guantes descartables deberá ingresar a la playa a una profundidad aproximada de 1 metro o hasta que el agua bordee la cintura del muestreador. Si la pendiente del fondo es pronunciada, el muestreador deberá tomar la muestra en la orilla, donde la profundidad del agua se encuentre entre el tobillo y la rodilla.
- (c.2). Se debe evitar tomar muestras en zonas de rompientes de olas.
- (c.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (c.5). Proceder al enjuague de los frascos, retirando la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna. Enjuagar el frasco como mínimo dos veces.
- (c.6). Tomar el recipiente por debajo del cuello, sumergirla a una profundidad de 20 a 30 cm bajo el agua orientando la boca del frasco en contracorriente del flujo entrante. Evitar coleccionar suciedad u otras películas de la superficie.
- (c.7). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12), procurando que contenga un mínimo de arena.

d. Toma de muestras desde puentes

Este procedimiento es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para ellos se debe emplear un balde transparente de 4 a 20 litros, según corresponde, y una cuerda de nylon.

Procedimiento:

- (d.1). Ubicarse en el centro del puente.



- (d.2). Amarrar y asegurar el balde con la cuerda de nylon.
 - (d.3). Bajar el balde y llenarlo, evitando la remoción de sedimentos del fondo del cauce. Al momento de subir el balde, se debe evitar raspar estructuras del puente con la cuerda para no contaminar las muestras.
 - (d.5). Enjuagar el balde y lavar los últimos metros de la cuerda de nylon.
 - (d.6). Tomar una volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
 - (d.7). Tomar otra muestra de agua con el balde para el lavado de los frascos dos veces y lavar la cuerda.
 - (d.9). Llenar cada recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12).
- e. Toma de muestras usando embarcación

Para el muestreo en cuerpos de agua navegables (ríos, lagos, mar) se debe considerar lo siguiente:
Procedimiento:

- (e.1). Se debe obtener previamente a la partida un pronóstico del tiempo fiable; si las condiciones son malas, es conveniente posponer la campaña.
- (e.2). Si la estación ubicada no es muy profunda, anclar el bote (o atarlo a una boya). Si el cuerpo de agua es muy profundo, regular la ubicación con el motor o con los remos de la embarcación. La embarcación deberá orientarse hacia la proa contra la corriente para realizar las mediciones de campo y la toma la muestra.
- (e.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (e.4). Colocar la botella en el brazo muestreador, asegurarla y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna.
- (e.5). Extender el brazo muestreador y enjuagar el recipiente como mínimo dos veces. Para la toma de muestras sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 o 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo de la corriente.
- (e.6). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.7) hasta (a.12).

f. Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando la botella hidrográfica

La botella hidrográfica tipo Niskin, Van Dorn o similar es un dispositivo que permite la toma de muestras a cualquier profundidad. Cuenta con válvulas o tapas que se cierran herméticamente a través de un mensajero. Asimismo, proporciona una válvula de drenaje para la obtención de la muestra almacenada.

Procedimiento:

- (f.1). Marcar la cuerda de nylon en cada metro y colocar un lastre por debajo de la botella hidrográfica para permitir el hundimiento de la misma y otro lastre en el extremo opuesto de la cuerda.
- (f.2). Acondicionar la botella hidrográfica abriendo ambos extremos de la botella y asegurarlos para que no se cierren.
- (f.3). Enjuagar como mínimo dos veces la botella con agua del mismo punto.
- (f.4). Bajar la botella a la profundidad requerida de acuerdo con los objetivos del monitoreo. Esperar por lo menos un minuto para su estabilización y enviar el dispositivo mensajero que cerrará de manera instantánea ambos extremos de la botella hidrográfica y proceder a subirla.



(f.5). Cuando la botella llegue a la embarcación vaciar el contenido en un balde limpio y enjuagado y medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).

(f.7). Repetir los pasos (f.2) al (f.5) para la toma de muestras.

g. Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando manguera

Se prepara con tramos de manguera de PVC de jardinería de 1.5 a 3 cm de diámetro y un largo deseado (1-5 m), unidos con válvulas de acoplamiento y llaves o grifos. El largo total de la manguera no debería superar los 15 o 20 m. Es preciso colocar un lastre cerca de la boca inferior del sistema, cuidando que no obstruya la libre circulación de agua por la manguera y asegurarse de que se sumerja en el agua lentamente en posición vertical.

De lo contrario, los tramos de manguera muestreados no coincidirán con la profundidad esperada. El tramo superior de la manguera tendrá un largo igual al intervalo superior de la columna de agua muestreado, más la distancia comprendida entre la superficie del mar, lago y la cubierta del barco. Se hará una marca en la parte de la manguera que debe coincidir con la superficie del agua al descenderla. Cuando se ha dejado bajar verticalmente la manguera hasta llegar a la marca de superficie, se cierra el grifo superior y se sube toda la manguera a bordo.

Procedimiento:

(g.1). El personal responsable deberá colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.

(g.2). La manguera se desciende con cuidado con todos los grifos abiertos para permitir el libre flujo de la columna de agua.

(g.3). Cuando la marca del tramo superior de la manguera alcanza la superficie del agua, se cierra el grifo superior, lo cual hará que el agua quede retenida por la fuerza hidrostática ejercida por las paredes de la manguera.

(g.4). Se recupera la manguera con cuidado y una vez en la cubierta de la embarcación:

- Se vacía el contenido de la manguera en un recipiente tras abrir el grifo superior (obtención de una única muestra de la columna de agua)
- O se cierra cada grifo a medida que van llegando a cubierta y se desacoplan los distintos tramos de manguera, los cuales se vaciarán en recipientes separados debidamente marcados. En este caso obtendremos varias muestras integradas correspondientes a distintos intervalos (por ej. a 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m) de profundidad de la columna de agua.

(g.5). Los recipientes deben ser lo suficientemente amplios como para permitir la mezcla de la muestra antes de tomar submuestras para distintos fines. Una vez vaciado el contenido (o contenidos) de la manguera (o los tramos de manguera) en los respectivos recipientes, se toma una alícuota en los recipientes o frascos de los parámetros requeridos.

(g.6). Llenar los recipientes con la metodología descrita en los procedimientos (a.8) hasta (a.12).

6.16. Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

a. Preservación

Una vez tomada la muestra de agua, se procede inmediatamente a adicionarle el preservante para los parámetros requeridos de acuerdo con lo indicado en el anexo VII (*Conservación y preservación*)



de muestra de agua en función del parámetro evaluado). Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. Se deberán considerar las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados (por ejemplo, ácidos, álcalis, formaldehído) teniendo en cuenta las normas de seguridad y protección personal para sustancias químicas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes estipuladas en las hojas de seguridad (MSDS).

Los reactivos deben manipularse adecuadamente para evitar el contacto con los ojos, labios y la piel (manos), y de esa manera provocar la corrosión. Asimismo, deben tomarse precauciones para evitar la inhalación de gases tóxicos y la ingestión de materiales tóxicos a través de la nariz, la boca y la piel. Por lo cual, es esencial el uso de mascarillas, gafas de seguridad y guantes descartables resistentes a los reactivos; se recomiendan los guantes delgados de nitrilo o vinilo de color verde o celeste.

Las tapas de goma o neopreno o tapas de rosca con empaque son adecuados, siempre que los reactivos no reaccionen con estos materiales.

Durante el trabajo de campo, los reactivos se deben almacenar de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos en un *cooler* pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

b. Llenado de la cadena de custodia

Para el llenado de la cadena de custodia, como mínimo se deben considerar los siguientes datos:

- Nombre de la institución que realiza el monitoreo
- Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras
- Nombre del proyecto y/o del monitoreo
- Código de la muestra, clasificación del agua (agua de río, laguna, mar, etc.)
- Fecha y hora del muestreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros de los análisis de cada punto de muestreo
- Firma de la persona responsable del monitoreo
- Observaciones en campo, como condiciones climáticas particulares, anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo

Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la *Cadena de custodia* debidamente llenada (se la debe colocar en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore) y se remite dentro del *cooler* que contiene las muestras.

c. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (*coolers*) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deben ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte (por ejemplo con bolsas poliburbujas o similares).

Para su conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (*coolers*) bajo un adecuado sistema de enfriamiento (5 ± 3 °C), refrigerante (*ice pack*, hielo o similar) o un refrigerador móvil. En el caso de utilizar hielo, colocarlo en bolsas herméticas. Las cajas térmicas (*coolers*) deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.



Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo con el cuadro del anexo VII (*Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado*); para el transporte de las muestras se debe sellar la caja térmica (*cooler*) de forma que asegure la integridad de las muestras.

Para el envío y traslado de las muestras al laboratorio existen diversos medios (aéreo, terrestre, fluvial); el personal responsable deberá utilizar el medio de comunicación que pueda garantizar las condiciones de tiempo de almacenamiento máximo de cada parámetro.

6.17. Aseguramiento de la calidad del muestreo

Los controles de calidad del proceso de muestreo son el único medio para identificar errores en el proceso de monitoreo; por lo tanto, deben formar parte de cada monitoreo de la calidad del agua y tener sus criterios de aceptación definidos. La utilización de estos controles debe ser incluida en el plan de monitoreo considerando todos los analitos de interés (elementos, compuestos, iones).

Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo, se tienen los siguientes blancos y duplicados de acuerdo con las determinaciones analíticas.

Cuadro 4. Controles de calidad requeridos en el proceso de muestreo

Tipo de control	Contaminación evaluada
Blanco de campo	Contaminación en alguna parte del monitoreo
Blanco de viaje	Contaminación durante el transporte
Blanco de frascos	Contaminación en los frascos
Blanco de equipos	Contaminación cruzada por lavado deficiente de los equipos de recolección
Duplicado de campo	Precisión y repetitividad de los procedimientos de recolección
Matrices adicionadas	Estimación del error total sistemático del procedimiento de muestreo, particularmente debido a la inestabilidad de la muestra

Elaboración propia

Blancos

Son controles para evaluar la presencia de fuentes de contaminación en partes específicas de los procedimientos de colecta. En este tipo de controles se comprueba la contaminación de los frascos, filtros o cualquier otro equipo utilizado en la toma, manipulación o transporte de la muestra.

En el laboratorio se preparan cinco frascos como blancos (A, B, C, D y E) con agua desionizada:

- El frasco A es almacenado en el laboratorio, los otros frascos van a campo.
- El frasco B (blanco de viaje) permanece en la caja de transporte durante todo el monitoreo.
- El frasco C (blanco de campo) se abre en campo y el agua destilada que contiene es manipulada de igual forma que las muestras de agua natural (trasvase al recipiente utilizado para la toma de muestra, trasvase a los frascos utilizados para el transporte de las muestras, filtración de la muestra, adición de los preservantes u otro). Al final los frascos que contienen la alícuota C son cerrados, almacenados en la caja de transporte junto con el frasco B y enviado al laboratorio con las demás muestras recolectadas.
- El frasco D (blanco de frascos) se abre en campo y el agua destilada es envasada en los frascos utilizados para el transporte de las muestras, los cuales son enviados al laboratorio con las demás muestras.



- El frasco E (blanco de equipos) se abre y el agua destilada es utilizada para el enjuague de los equipos utilizados para la toma, manipulación o filtración de las muestras. El enjuague es realizado antes de la toma de muestra en los equipos limpios. El agua de lavado es recolectada, almacenada y enviada al laboratorio. Se prepara un blanco para cada equipo utilizado.

6.17.1. Duplicados de campo

Son usados para determinar la precisión o el error aleatorio de los procedimientos de muestreo y análisis a través de la comparación de los resultados de análisis de dos muestras recolectadas de un mismo punto teniendo en cuenta el analito a evaluar, que se lleva al laboratorio como muestra "ciega".

6.17.2. Recomendaciones para el aseguramiento de la calidad del muestreo

Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual el plan de monitoreo debería considerar lo siguiente:

- Asegurarse de que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos mínimos establecidos en el presente protocolo y de acuerdo con la metodología estandarizada de análisis para cada parámetro.
- Aislar, en el mayor grado posible, los recipientes de muestras de las posibles fuentes de contaminación. Mantener los frascos tapados durante todo el monitoreo.
- Evitar la perturbación del sitio de muestreo, por ejemplo por revolver sedimentos.
- Enjuagar cuidadosamente los frascos y recipientes de muestreo.
- Limpiar y secar las cuerdas y brazos telescópicos utilizados para la toma de muestra, entre un punto de monitoreo y otro.
- Evitar introducir en la muestra de agua los dedos, manos o guantes. Asimismo, no tocar los frascos o recipientes en el interior.
- Girar el bote en contra de la corriente y esperar algunos minutos antes de la toma de muestra para que los gases de escape se disipen.
- Examinar si cada muestra colectada contiene partículas grandes como hojas, detritus o algas. Si estos son observados, la muestra debe ser descartada y tomada nuevamente.
- Contar con todos los registros de campo para el monitoreo (cadena de custodia, ficha de datos de campo, etc.), debidamente llenadas con letra clara y legible.
- Mantener los registros de control de los equipos actualizados para asegurar su mantenimiento y calibración.
- Los procedimientos de control de calidad deben proveer un medio para detectar errores de muestreo y posteriormente desestimar datos no válidos o erróneos. Las muestras deberán estar adecuadamente controladas e idóneas para el fin previsto, incluyendo el control de las fuentes de error como: contaminación de muestras, volumen insuficiente, pérdida de analito, inestabilidad de la muestra, mala preservación, recipientes inadecuados, exceso del tiempo máximo, percibibilidad.



6.18. Actividades postmuestreo

Es el paso final de la actividad de monitoreo, que incluye los análisis en el laboratorio, el procesamiento y la revisión de datos para evitar errores en los análisis en la etapa de elaboración de los reportes o informes del trabajo de monitoreo.

Se recomienda que el laboratorio esté acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) mediante la Norma Técnica Peruana: "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración" NTP ISO/IEC 17025:2006 o la versión más actualizada en el momento de la solicitud y cuente con la acreditación de los ensayos para la medición de los parámetros ambientales de interés.

Realizar un informe técnico basado en la interpretación de los resultados de los datos de los parámetros de campo y resultados de los análisis de las muestras de agua reportados por el laboratorio.



ANEXO II
ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA



Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:
Solicitante/cliente:				Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:				Nombre laboratorio:			
Código punto de monitoreo:				Código punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:				Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:		Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:				Muestreado por:			
Parámetro requerido:				Parámetro requerido:			
Preservada:	SÍ	NO	Tipo reactivo:	Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:



FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:

(Código Pfaffstätter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:

(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante,)

Reconocimiento del Entorno:

(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

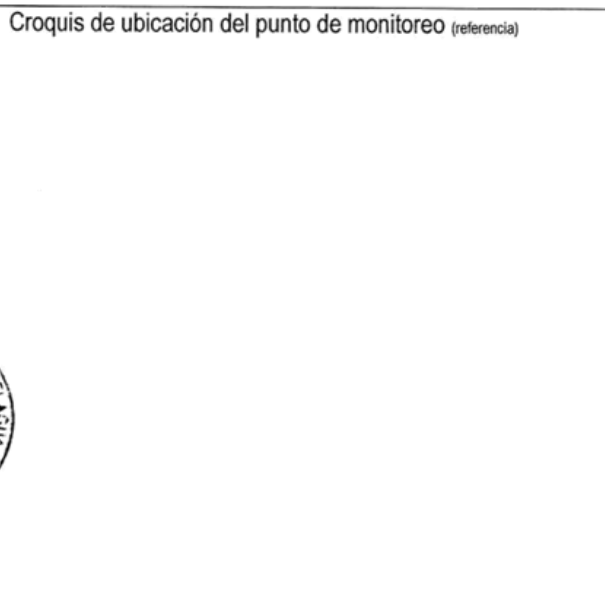
Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

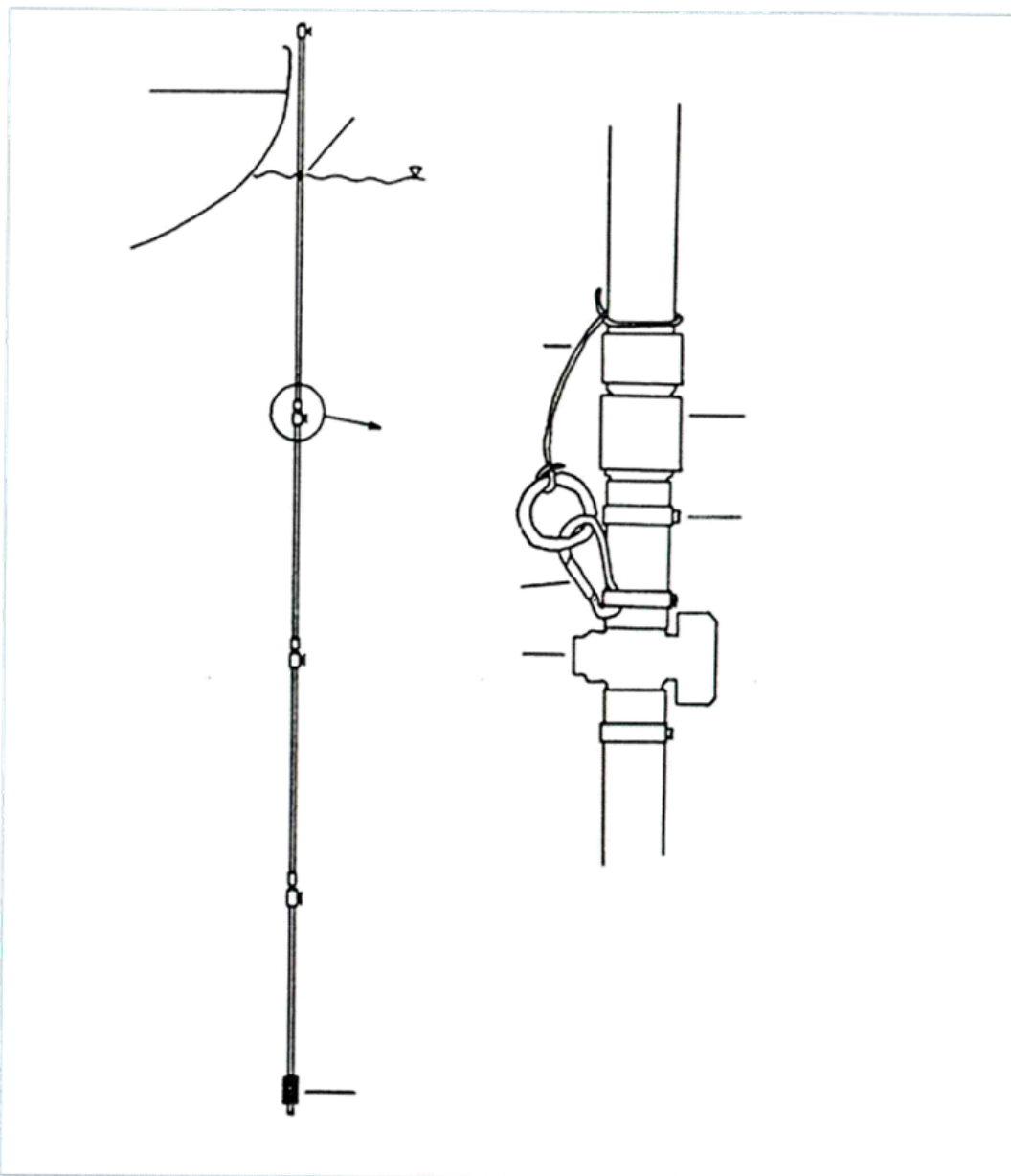
Croquis de ubicación del punto de monitoreo (referencia)



Fotografía: (Tomada a un mínimo de 20 metros de distancia del punto de monitoreo)




Elaborado por: _____ Fecha: _____



Fuente: Reguera *et al.* (2002). Manguera de PVC compuesta por tres tramos acoplados (desmontables), de 5 m cada uno, con llaves de paso que permiten obtener una muestra integrada (0-15 m), o tres muestras integradas (0-5m, 5-10m, 10-15 m).



**FRECUENCIAS DE MONITOREO ESTABLECIDAS EN LAS NORMAS
AMBIENTALES SECTORIALES**

Las siguientes normas ambientales sectoriales, vigentes a la fecha de publicación Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, establecen frecuencias de monitoreo de aguas residuales tratadas.

Actualizaciones o modificaciones de las normas sectoriales indicadas deberán ser consideradas en el momento de establecer las frecuencias de monitoreo en el Instrumento de Gestión Ambiental.

- Sector Industria. El Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales, con Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI, establece una frecuencia mínima de dos muestreos al año a máxima carga.
- Sector Pesquería El Ministerio de Pesquería, con Resolución Ministerial N.° 003-2002-PE, establece las siguientes frecuencias de monitoreo en época de pesca de ocho muestreos al año y en época de veda de dos muestreos al año.

El Ministerio de la Producción, ha pre-publicado la Resolución Ministerial N.° 290-2015-PRODUCE, que indica que para la actividad de consumo humano indirecto se realizará un (01) muestreo mensual con descarga de materia prima y un muestreo en cada temporada de veda, mientras que para la actividad de consumo humano directo, se realizarán dos (02) muestreos al año y la de consumo humano directo con harina residual de pescado un muestreo trimestral.

- Sector Saneamiento. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, establece una frecuencia desde anual hasta mensual en función del caudal promedio anual del efluente:

Rango de caudal promedio anual de la PTAR	Frecuencia de monitoreo	Frecuencia mínima de medición de caudal
> 300 L/s	Mensual	Lecturas horarias, 365 días
>100 a 300 L/s	Trimestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por mes
> 10 a 100 L/s	Semestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por trimestre
< 10 L/s	Anual	Lecturas horarias, por 24 horas, una vez por semestre

Fuente: Anexo II de la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA

- Sector Minería. El Ministerio de Energía y Minas, con, establece una frecuencia desde semestral hasta semanal en función del volumen diario del efluente:

Parámetro	Efluente mayor que 300 m ³ /día	Efluente de 50 a 300 m ³ /día	Efluente menor que 50 m ³ /día
Muestreo	Semanal	Trimestral	Semestral
pH	Semanal	Trimestral	Semestral
Sólidos suspendidos	Semanal	Trimestral	Semestral
Aceites y grasas	Mensual	Trimestral	Semestral
Metales	Mensual	Trimestral	Semestral
Cianuro total	Quincenal	Trimestral	Semestral

Fuente: Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM

Se debe precisar que la frecuencia de monitoreo de los efluentes minero-metalúrgicos sigue regulado por la R.M. N.° 011-96-EM/VMM. (Véase D.S. 010-2010-MINAM; DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA Única. Deróguese la Resolución Ministerial N.° 011-96-EM/VMM, salvo los artículos 7.°, 9.°, 10.°, 11.° y 12.°, así como los anexos 03, 04, 05 y 06, los cuales mantienen su vigencia hasta la aprobación y entrada en vigencia del Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos).

- Sector Hidrocarburos. El Ministerio de Energía y Minas, con Decreto Supremo N° 039-2014-EM, establece que la frecuencia de monitoreo se aprueba en el Estudio Ambiental respectivo.
- Sector Energía. El Ministerio de Energía y Minas, con Resolución Directoral N° 008-97-EM/DGAA, establece una frecuencia de monitoreo mensual.



CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN
DEL PARÁMETRO EVALUADO

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Químico-Físicos			
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
	Botellas de vidrio Winkler	Fijar el oxígeno. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	4 días
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Turbiedad	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
Bicarbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Carbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Cianuro libre	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	7 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro WAD			
Cianuro total	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cloruros	Plástico o vidrio		1 mes
Color	Plástico o vidrio	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	5 días
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si >50 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C.	6 meses
Dureza	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Fluoruros	Plástico, pero sin PTFE		1 mes
Olor	Vidrio	Se puede realizar un análisis cualitativo <i>in situ</i> .	6 horas
Silicatos	Plástico		1 mes
Sólidos disueltos totales	Plástico o vidrio		7 días
Sólidos suspendidos totales	Plástico o vidrio		2 días
Sulfatos	Plástico o vidrio		1 mes
Sulfuros	Plástico	Fijar el sulfuro al agregar 2 ml de solución de acetato de zinc. Si el pH no está entre 8,5 y 9,0, agregar NaOH. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O al recipiente tras la recolección de la muestra (o tras el muestreo).	7 días
Sulfuro de hidrógeno			208



CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN
DEL PARÁMETRO EVALUADO

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Químico-Físicos			
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
	Botellas de vidrio Winkler	Fijar el oxígeno. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	4 días
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Turbiedad	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
Bicarbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Carbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Cianuro libre	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	7 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro WAD			
Cianuro total	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cloruros	Plástico o vidrio		1 mes
Color	Plástico o vidrio	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	5 días
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si >50 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C.	6 meses
Dureza	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Fluoruros	Plástico, pero sin PTFE		1 mes
Olor	Vidrio	Se puede realizar un análisis cualitativo <i>in situ</i> .	6 horas
Silicatos	Plástico		1 mes
Sólidos disueltos totales	Plástico o vidrio		7 días
Sólidos suspendidos totales	Plástico o vidrio		2 días
Sulfatos	Plástico o vidrio		1 mes
Sulfuros	Plástico	Fijar el sulfuro al agregar 2 ml de solución de acetato de zinc. Si el pH no está entre 8,5 y 9,0, agregar NaOH. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O al recipiente tras la recolección de la muestra (o tras el muestreo).	7 días
Sulfuro de hidrógeno			209



CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN
DEL PARÁMETRO EVALUADO

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Químico-Físicos			
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
	Botellas de vidrio Winkler	Fijar el oxígeno. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	4 días
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Turbiedad	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
Bicarbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Carbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Cianuro libre	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	7 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro WAD			
Cianuro total	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cloruros	Plástico o vidrio		1 mes
Color	Plástico o vidrio	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	5 días
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si >50 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C.	6 meses
Dureza	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Fluoruros	Plástico, pero sin PTFE		1 mes
Olor	Vidrio	Se puede realizar un análisis cualitativo <i>in situ</i> .	6 horas
Silicatos	Plástico		1 mes
Sólidos disueltos totales	Plástico o vidrio		7 días
Sólidos suspendidos totales	Plástico o vidrio		2 días
Sulfatos	Plástico o vidrio		1 mes
Sulfuros	Plástico	Fijar el sulfuro al agregar 2 ml de solución de acetato de zinc. Si el pH no está entre 8,5 y 9,0, agregar NaOH. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O al recipiente tras la recolección de la muestra (o tras el muestreo).	7 días
Sulfuro de hidrógeno			210



CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN
DEL PARÁMETRO EVALUADO

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Nutrientes			
Fosfatos	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
		Congelar por debajo de -18° C.	1 mes
Fósforo total	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄ o HNO ₃	1 mes
		Congelar por debajo de -18° C.	6 meses
Nitrógeno amoniacal	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	24 horas
	PE	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 3±0,5 con HNO ₃	14 días
	Vidrio o PTFE	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄ . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C.	1 mes
Nitratos	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	4 días
Nitritos	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	4 días
Nitrógeno total	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	4 días
	Plástico	Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄ .	1 mes
Metales y metaloides			
Corrida de metales totales	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Corrida de metales disueltos	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Aluminio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Antimonio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	1 mes
Arsénico	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	6 meses
Bario	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Berilio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Boro	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Cadmio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Calcio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Cobalto	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Cobre	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Cromo	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Cromo hexavalente	Plástico o vidrio		24 horas ²¹¹
Hierro	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes



ANEXO VII

CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN DEL PARÁMETRO EVALUADO

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Litio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Magnesio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Manganeso	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Mercurio	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Níquel	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Plata	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃ .	1 mes
Plomo	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Selenio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃ . Se debería usar HCl si se usa la técnica hidrica para análisis.	1 mes
Sodio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Uranio	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Vanadio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	1 mes
Zinc	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃	6 meses
Orgánicos			
Aceites y grasas	Vidrio, boca ancha	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl, HNO ₃ o H ₂ SO ₄	1 mes
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	Vidrio, boca ancha		4 días
		Acidificar a pH 1 - 2 con HCl, HNO ₃ o H ₂ SO ₄	1 mes
Detergentes	Vidrio		2 días
		Agregar solución de formaldehído.	4 días
		Congelar por debajo de -18° C.	1 mes
Compuestos orgánicos volátiles			
1,1,1-Tricloroetano	Vidrio o viales (espacio de cabeza) con tapa con septa de PTFE	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃ o H ₂ SO ₄	2 días (24 horas sin preservación)
1,1-Dicloroetano			
1,2-Dicloroetano			
1,2-Diclorobenceno			
Tetracloroetano			
Tetracloruro de Carbono			
Trihalometanos totales			
Tricloroetano			
Hexaclorobutadieno	Vidrio oscuro	Ajustar pH a 5,0 - 7,5	7 días (24 horas) si el pH está fuera del rango de 5,0-7,5)



CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN
DEL PARÁMETRO EVALUADO

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Hidrocarburos aromáticos			
Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales	Vidrio	Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al recipiente tras la recolección de la muestra.	7 días
Benzo(a)pireno			
Fenoles	Vidrio oscuro	Acidificar a pH < 2 con H_3PO_4 o H_2SO_4	7 días
Benceno	Vidrio o viales (espacio de cabeza) con tapa con septa de PTFE	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO_3 o H_2SO_4	2 días (24 horas sin preservación)
Etilbenceno			
Tolueno			
Xilenos			
Pentaclorofenol (PCP)	Vidrio	Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al recipiente tras la recolección de la muestra.	2 días
Bifenilos policlorados (PCBs)	Vidrio	Ajustar pH a 5,0 - 7,5. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al recipiente tras la recolección de la muestra.	7 días (24 horas, si el pH está fuera del rango de 5,0-7,5)
Triclorobencenos (Totales)	Vidrio oscuro	Ajustar pH a 5,0 - 7,5	7 días (24 horas, si el pH está fuera del rango de 5,0-7,5)
Pesticidas			
Aldicarb	Vidrio	Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al recipiente tras la recolección de la muestra.	14 días
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C	1 mes
Malatión	Vidrio oscuro		7 días
Metamidofós			
Paratión			
Endosulfán	Vidrio oscuro	Acidificar a pH < 2	7 días (24 horas, si pH>2)
Aldrín	Vidrio oscuro	Ajustar pH a 5,0 - 7,5	7 días (24 horas, si el pH está fuera del rango de 5,0-7,5)
Clordano			
DDT			
Dieltión			
Endrín			
Heptacloro			
Heptacloro epóxido			
Lindano			
Paraquat			



**CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN
DEL PARÁMETRO EVALUADO**

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	Vidrio estéril	Dejar un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo. Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.	24 horas
Coliformes Totales			
Enterococos fecales			
Escherichia Coli			
Giardia Duodenalis			
Salmonella sp.			
Vibrio Cholerae			
Formas parasitarias	Plástico, con boca ancha.	Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.	24 horas
Huevos de Helmintos			
Otros Parámetros			
Clorofila A	Plástico o vidrio	Filtrar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
		Tras el filtrado y la extracción con etanol caliente, congelar por debajo de -18°C .	1 mes
		Tras el filtrado, congelar por debajo de -18°C .	14 días
		Tras el filtrado, congelar por debajo de -80°C .	1 mes

Fuente: Parámetros químico-físicos: ISO (2012) "Water Quality Sampling. Part 3: Preservation and handling of water samples. International Standard ISO 5667-3", Organización Internacional de Normalización, Ginebra, Suiza. Y Parámetros microbiológicos: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND edition, 2012, Washington DC.

Dónde: (FEP) perfluoro (etileno/propileno), (PE) polietileno, (PE-HD) polietileno de alta densidad, (PET) polietileno tereftalato, (PFA) perfluoroalcoxi-polímero, (Plástico) el tipo específico de plástico no es relevante, (PP) polipropileno, (PTFE) politetrafluoroetileno, (PVC) policloruro de vinilo, (Vidrio) vidrio al borosilicato con tapa de rosca, revestida con PTFE y (PE-HD o PTFE / PFA o FEP) para concentraciones normales: PE-HD o PTFE / para concentraciones bajas: PFA o FEP

Notas:

"Filtrar *in situ*" indica que la muestra de agua debe ser filtrada en campo usando un tamaño de poro de filtro de $0,40\ \mu\text{m}$ a $0,45\ \mu\text{m}$.

Si no se especifican las condiciones de preservación, no se requieren medidas específicas.

En todo caso, las muestras deben ser transportadas bajo un adecuado sistema de enfriamiento ($5\pm 3^{\circ}\text{C}$) utilizando *coolers* con *ice pack* o hielo, o un refrigerador móvil.



**ANEXO N°2: RESULTADO DE LABORATORIO
DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE
MATERIALES**



UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 "Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORARIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ciudad Universitaria de Shancayan – Teléfono 421985



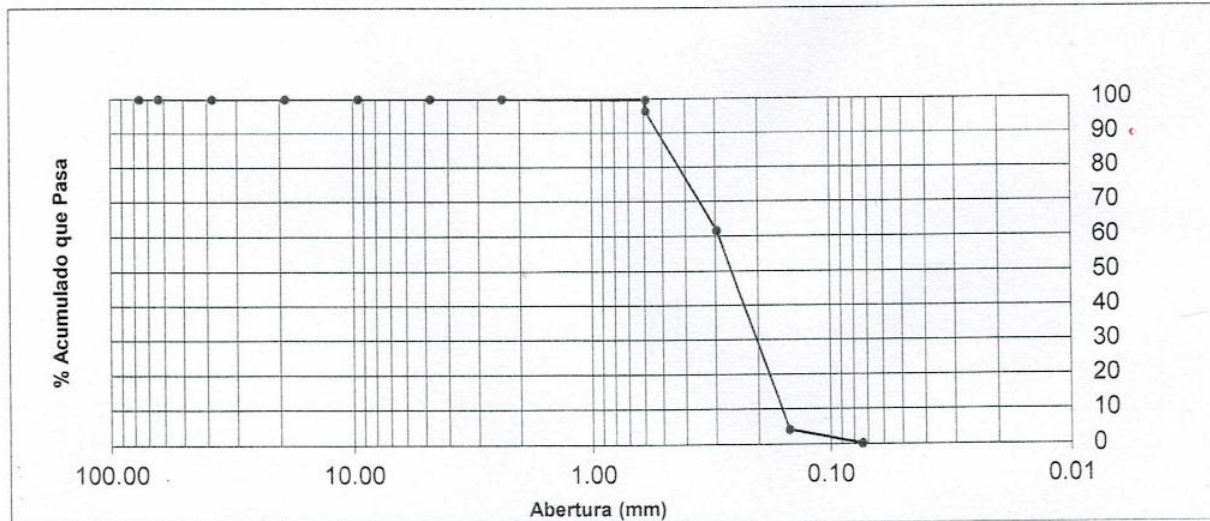
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
CLASIFICACION ASTM D-421

SOLICITA :
 PROYECTO : **TESIS**
 UBICACIÓN :
 MUESTRA : **ARENA FINA**
 FECHA : **MARZO DEL 2018**

PESO INICIAL SECO: 500.00 grs. % QUE PASA MALLA N° 200: 0.28
 PESO LAVADO SECO: 498.58 grs. % RETENIDO MALLA 3": 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	1.73	0.35	0.35	99.65
N° 40	0.590	16.15	3.23	3.58	96.42
N° 50	0.297	173.76	34.75	38.33	61.67
N° 100	0.149	287.18	57.44	95.76	4.24
N° 200	0.074	19.76	3.95	99.72	0.28
> N° 200	0.000	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL		498.58			

Resumen de Datos	
% que pasa N° 3	100.00
% que pasa N° 4	100.00
% que pasa N° 200	0.28
L.L.	
L.P.	
I.P.	
D10	...
D30	...
D60	...
Cu	...
Cc	...
w (%)	
GRAVA (%)	0.00
ARENA (%)	99.72
FINOS (%)	0.28



GRAVA (%) = 0.00 ARENA (%) = 99.72 FINOS (%) = 0.28

NOTA : Las muestras fueron traídas por el interesado para sus respectivos ensayos en laboratorio.

UNASAM
 Facultad de Ingeniería Civil





UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 "Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



LABORARIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ciudad Universitaria de Shancayan – Teléfono 421985

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
CLASIFICACION ASTM D-421

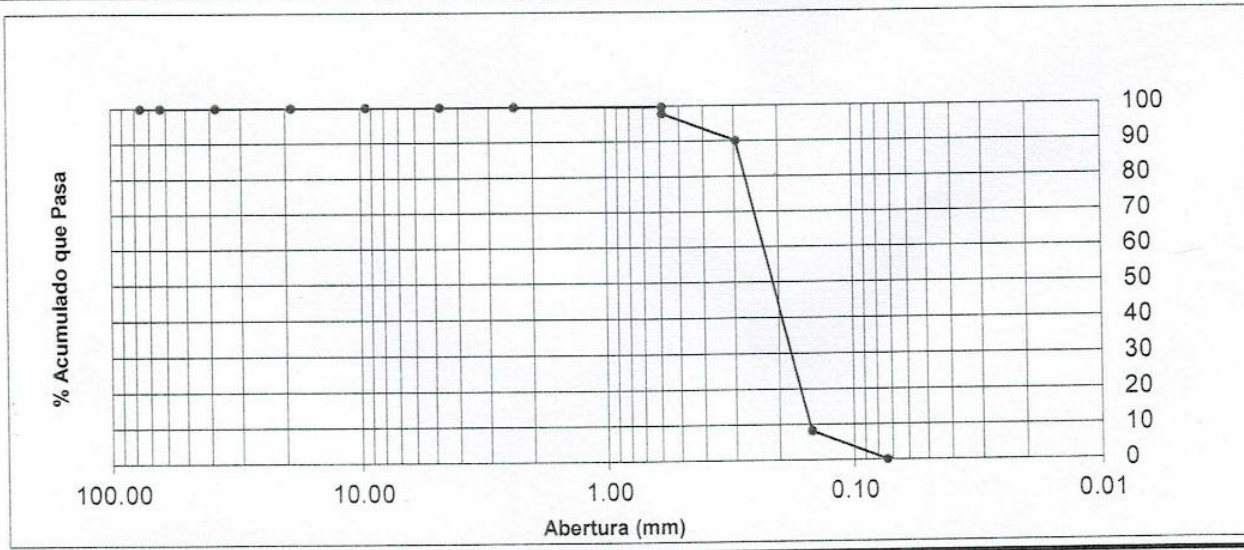
SOLICITA :
 PROYECTO : **TESIS**
 UBICACIÓN :

MUESTRA : **Chlamys varia** (CONCHAS DE ABANICO- MOLIDA)
 FECHA : MARZO DEL 2018

PESO INICIAL SECO: 500.00 grs. % QUE PASA MALLA N° 200: 0.13
 PESO LAVADO SECO: 499.35 grs. % RETENIDO MALLA 3": 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	1.40	0.28	0.28	99.72
N° 40	0.590	8.98	1.80	2.08	97.92
N° 50	0.297	38.79	7.76	9.83	90.17
N° 100	0.149	409.36	81.87	91.71	8.29
N° 200	0.074	40.82	8.16	99.87	0.13
> N° 200	0.000	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL		499.35			

Resumen de Datos	
% que pasa N° 3	100.00
% que pasa N° 4	100.00
% que pasa N° 200	0.13
L.L.	
L.P.	
I.P.	
D10	
D30	...
D60	...
Cu	...
Cc	...
w (%)	
GRAVA (%)	0.00
ARENA (%)	99.87
FINOS (%)	0.13



GRAVA (%) = 0.00 ARENA (%) = 99.87 FINOS (%) = 0.13



UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 "Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORARIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ciudad Universitaria de Shancayan – Teléfono 421985



PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE

Fecha de Ensayo: 21/03/2018, hora: 09:20 am.
Muestra: Grava de 5 cm a 1.9 cm
Cantera: Provincia de Huaraz - Distrito de Huaraz- Lugar: Chaulla

	DATOS DE PERMEABILIDAD	Valores	Unidad
1	Longitud de la muestra -L	11.60	cm
2	Diámetro del molde	9.80	cm
3	Área del molde -A	75.43	cm ²
4	Altura de la carga hidráulica -h	2.80	cm
5	Volumen del molde	874.96	cm ³
6	Temperatura del agua	15.2	°C

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	4.8	500	75.43	11.60	2.80	1.381012	5.72133383
2	4.7	500	75.43	11.60	2.80	1.410395	5.843064337
3	4.9	500	75.43	11.60	2.80	1.352828	5.604571915
4	4.2	500	75.43	11.60	2.80	1.578299	6.538667234
5	4.9	500	75.43	11.60	2.80	1.352828	5.604571915
6	5.2	500	75.43	11.60	2.80	1.274780	5.281231228
7	4.5	500	75.43	11.60	2.80	1.473079	6.102756085
8	5.1	500	75.43	11.60	2.80	1.299776	5.384784781
9	4.2	500	75.43	11.60	2.80	1.578299	6.538667234
10	4.3	500	75.43	11.60	2.80	1.541594	6.386605205

FORMULAS:

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

$$K_{15.2\text{ °C}} = 5.900625376 \text{ cm/s.}$$



UNASAM
 Facultad de Ingeniería Civil

 DAVID AZANA DOMINGUEZ
 Miembro del Laboratorio de Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORARIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ciudad Universitaria de Shancayan – Teléfono 421985



PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE

Fecha de Ensayo: 21/03/2018, hora: 10:40 am.
Muestra: Grava de 1.9 cm a 0.95 cm
Cantera: Provincia de Huaraz - Distrito de Huaraz- Lugar: Chaula

	DATOS DE PERMEABILIDAD	Valores	Unidad
1	Longitud de la muestra -L	11.60	cm
2	Diámetro del molde	9.80	cm
3	Área del molde -A	75.43	cm ²
4	Altura de la carga hidráulica -h	2.80	cm
5	Volumen del molde	874.96	cm ³
6	Temperatura del agua	15.2	°C

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	8	500	75.43	11.60	2.80	0.828607	3.432800298
2	7.89	500	75.43	11.60	2.80	0.840159	3.480659364
3	7.86	500	75.43	11.60	2.80	0.843366	3.493944324
4	7.98	500	75.43	11.60	2.80	0.830684	3.441403807
5	7.88	500	75.43	11.60	2.80	0.841225	3.485076445
6	7.92	500	75.43	11.60	2.80	0.836977	3.467475048
7	7.94	500	75.43	11.60	2.80	0.834868	3.458740854
8	7.97	500	75.43	11.60	2.80	0.831726	3.445721755
9	7.86	500	75.43	11.60	2.80	0.843366	3.493944324
10	7.99	500	75.43	11.60	2.80	0.829644	3.437096669

FORMULAS:

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

$$K_{15.2\text{ °C}} = 3.463686289 \text{ cm/s.}$$



UNASAM
Facultad de Ingeniería Civil

DAVID AZARA DOMÍNGUEZ
Miembro del Laboratorio de Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL
 "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 "Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORARIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ciudad Universitaria de Shancayan – Teléfono 421985



PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE

Fecha de Ensayo: 21/03/2018, hora: 12:30 am.
Muestra: Gravilla de 0.95 cm a 0.3 cm
Cantera: Provincia de Huaraz - Distrito de Huaraz- Lugar: Chaulla

	DATOS DE PERMEABILIDAD	Valores	Unidad
1	Longitud de la muestra -L	11.60	cm
2	Diámetro del molde	9.80	cm
3	Área del molde -A	75.43	cm ²
4	Altura de la carga hidráulica -h	2.80	cm
5	Volumen del molde	874.96	cm ³
6	Temperatura del agua	15.2	°C

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	18.2	500	75.43	11.60	2.80	0.364223	1.508923208
2	18.15	500	75.43	11.60	2.80	0.365226	1.513080021
3	18.05	500	75.43	11.60	2.80	0.367250	1.521462736
4	18.21	500	75.43	11.60	2.80	0.364023	1.508094584
5	18.3	500	75.43	11.60	2.80	0.362233	1.500677726
6	18.45	500	75.43	11.60	2.80	0.359288	1.488477094
7	18.13	500	75.43	11.60	2.80	0.365629	1.514749166
8	18.46	500	75.43	11.60	2.80	0.359093	1.487670768
9	18.23	500	75.43	11.60	2.80	0.363623	1.506440065
10	18.38	500	75.43	11.60	2.80	0.360656	1.49414594

FORMULAS:

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

K 15.2 °C = 1.504372131 cm/s.



UNASAM
 Facultad de Ingeniería Civil

DAVID AZARA DOMÍNGUEZ
 Miembro del Laboratorio de Mecánica de Suelos



PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE

Fecha de Ensayo: 20/03/2018, hora: 10:45 am.
Muestra: Conchas de Abanico molidas (Argopecten purpuratus)
Cantera: Provincia de Casma - Distrito de Casma - Barrio lomas de villa alta II ETAPA

	DATOS DE PERMEABILIDAD	Valores	Unidad
1	Longitud de la muestra -L	11.60	cm
2	Diámetro del molde	9.80	cm
3	Área del molde -A	75.43	cm ²
4	Altura de la carga hidráulica -h	61.00	cm
5	Volumen del molde	874.96	cm ³
6	Temperatura del agua	15.00	°C

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	96.14	5	75.43	11.60	61.00	0.000690	0.000131118
2	107.23	5	75.43	11.60	61.00	0.000618	0.000117558
3	107.79	5	75.43	11.60	61.00	0.000615	0.000116947
4	103.12	5	75.43	11.60	61.00	0.000643	0.000122243
5	117.02	5	75.43	11.60	61.00	0.000566	0.000107723
6	120.61	5	75.43	11.60	61.00	0.000550	0.000104516
7	134.81	5	75.43	11.60	61.00	0.000492	9.35071E-05
8	122.2	5	75.43	11.60	61.00	0.000542	0.000103156
9	121.58	5	75.43	11.60	61.00	0.000545	0.000103682
10	108.25	5	75.43	11.60	61.00	0.000612	0.00011645

FORMULAS:

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coefficiente de permeabilidad:

K 15 °C = 0.000112096 cm/s.



UNASAM
 Facultad de Ingeniería Civil

DAVID AZARA DOMINGUEZ
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORARIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ciudad Universitaria de Shancayan – Teléfono 421.985



PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE

Fecha de Ensayo: 20/03/2018, hora: 12:45 pm.
Muestra: Arena Fina
Cantera: Provincia de Casma - Distrito de Casma – Lugar: Pampa Colorada

	DATOS DE PERMEABILIDAD	Valores	Unidad
1	Longitud de la muestra -L	11.60	cm
2	Diámetro del molde	9.80	cm
3	Área del molde -A	75.43	cm ²
4	Altura de la carga hidráulica -h	61.00	cm
5	Volumen del molde	874.96	cm ³
6	Temperatura del agua	15.00	°C

N°	Tiempo t (S)	Volumen Q (cm ³)	Área de la sección transversal A (cm ²)	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Velocidad V (cm/s)	Coficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	15.5	50	75.43	11.60	61.00	0.042767	0.008132705
2	17.01	50	75.43	11.60	61.00	0.038970	0.007410754
3	15.21	50	75.43	11.60	61.00	0.043582	0.008287767
4	15.62	50	75.43	11.60	61.00	0.042438	0.008070226
5	15.66	50	75.43	11.60	61.00	0.042330	0.008049612
6	15.41	50	75.43	11.60	61.00	0.043017	0.008180203
7	15.35	50	75.43	11.60	61.00	0.043185	0.008212178
8	15.33	50	75.43	11.60	61.00	0.043241	0.008222892
9	15.71	50	75.43	11.60	61.00	0.042195	0.008023993
10	16.08	50	75.43	11.60	61.00	0.041224	0.007839361

FORMULAS:

$$K = Q \times L / A \times h \times t$$

Coficiente de permeabilidad:

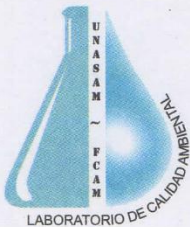
$$K \text{ 15 } ^\circ\text{C} = 0.008042969 \text{ cm/s.}$$



UNASAM
 Facultad de Ingeniería Civil

DAVID AZARA DOMINGUEZ
 Miembro del Laboratorio de Mecánica de Suelos

**ANEXO N°3: RESULTADO DE LABORATORIO
DE CALIDAD DEL AGUA**



INFORME DE ENSAYO AG180196

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180130

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 20/Junio/2018
 Fecha de análisis : 20 de Junio al 27 de Junio/2018
 Cotización N° : CO180320

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo ¹	20/06/2018	20/06/2018	20/06/2018	
					Hora de muestreo ¹	13:25	13:30	13:25	
					Código del Laboratorio	AG180249	AG180250	AG180251	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....		6.71	7.00	8.34
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		455	5	25	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		19.12	19.11	19.12
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		144.50	5.14	15.65	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 27 de Junio de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG180399

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180289

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 12/Octubre/2018
 Fecha de análisis : 12 de Octubre al 19 de Octubre/2018
 Cotización N° : CO180336

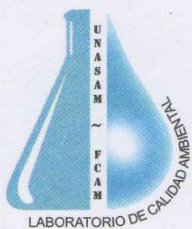
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	12/10/2018	12/10/2018	12/10/2018
					Hora de muestreo ¹	17:05	17:07	17:09
					Código del Laboratorio	AG180575	AG180576	AG180577
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012	.....	7.10	8.72	8.11
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	< 1	< 1	< 1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B	.....	19.4	19.2	20.3
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B	0.01	5.84	3.14	5.51	

¹ Datos proporcionados por el cliente
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 19 de Octubre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180396

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180286

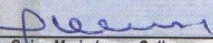
MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 09/Octubre/2018
 Fecha de análisis : 09 de Octubre al 16 de Octubre/2018
 Cotización N° : CO180336

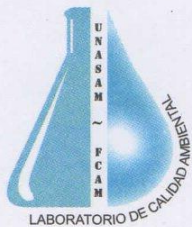
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M 2	M3
					Fecha de muestreo ¹	09/10/2018	09/10/2018	09/10/2018
					Hora de muestreo ¹	12:20	12:25	12:27
					Código del Laboratorio	AG180568	AG180569	AG180570
FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012	.....	7.14	8.51	8.05	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D	1	1	< 1	< 1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B	.....	19.7	18.6	18.1	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B	0.01	11.10	6.59	7.24	

¹ Datos proporcionados por el cliente
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 16 de Octubre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180386

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga
MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180279
MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica
LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Octubre/2018
 Fecha de análisis : 01 de Octubre al 08 de Octubre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					M1	M 2	M3	
					Código del cliente			
					Fecha de muestreo ¹	01/10/2018	01/10/2018	01/10/2018
					Hora de muestreo ¹	12:40	12:45	12:47
					Código del Laboratorio	AG180552	AG180553	AG180554
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.15	8.66	7.65
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	< 1	< 1	< 1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.4	20.3	19.5
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	14.45	6.37	13.75	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

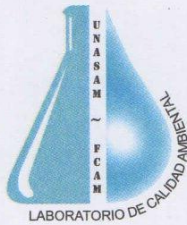
¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 08 de Octubre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180383

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena

Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180276

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 28/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 28 de Septiembre al 05 de Octubre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M 2	M3
					Fecha de muestreo	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018
					Hora de muestreo	16:30	16:33	16:35
					Código del Laboratorio	AG180547	AG180548	AG180549
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.17	8.19	7.75
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	<1	<1	<1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	21.1	22.1	22.2
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	14.95	12.65	3.52	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

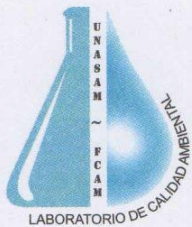
Leyenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 05 de Octubre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG180379

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180272

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 26/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 26 de Septiembre al 02 de Octubre/2018
 Cotización N° : CO180336


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M 2	M3
					Fecha de muestreo ¹	26/09/2018	26/09/2018	26/09/2018
					Hora de muestreo ¹	12:27	12:31	12:33
					Código del Laboratorio	AG180541	AG180542	AG180543
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.51	8.86	8.12
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	8	3	7	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.3	19.8	19.6
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	34.80	5.20	14.30	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

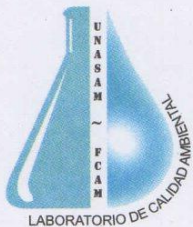
Leyenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Colías
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 02 de Octubre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG180374

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180267

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 24/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 24 de Septiembre al 01 de Octubre/2018
 Cotización N° : CO180336


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	M1	M2	M3
	Fecha de muestreo ¹				24/09/2018	24/09/2018	24/09/2018
	Hora de muestreo ¹				12:50	12:55	12:56
	Código del Laboratorio				AG180534	AG180535	AG180536
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.35	7.85	7.83
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	16	7	4
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.1	19.8	19.7
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	15.10	5.40	2.50

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Huaraz, 28 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180365

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180259

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 21/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 21 de Septiembre al 28 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

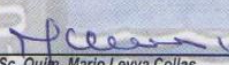
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	M1	M2	M3
	Fecha de muestreo ¹				21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018
	Hora de muestreo ¹				12:15	12:17	12:19
	Código del Laboratorio				AG180523	AG180524	AG180525
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	6.54	8.19	7.75
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	278	29	< 1
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.1	19.8	19.5
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	264.50	7.65	3.79

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 28 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180349

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180245

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 19/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 19 de Septiembre al 26 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

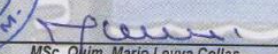
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	M1	M 2	M3
	Fecha de muestreo ¹				19/09/2018	19/09/2018	19/09/2018
	Hora de muestreo ¹				13:30	13:33	13:35
	Código del Laboratorio				AG180505	AG180506	AG180507
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.12	8.97	8.69
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	513	12	23
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.8	18.0	18.8
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	909.00	5.05	8.67

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 26 de Septiembre de 2018

INFORME DE ENSAYO AG180338

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa.
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180234

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 17/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 17 de Septiembre al 24 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo	17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018	
					Hora de muestreo	12:10	12:13	12:15	
					Código del Laboratorio	AG180492	AG180493	AG180494	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.32	9.08	7.64	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	53	< 1	15		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.3	19.6	18.7	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	43.80	5.44	11.60		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

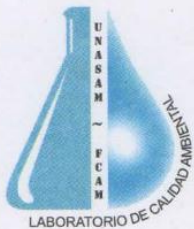
¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 24 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180335

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180231

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 14/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 14 de Septiembre al 21 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M 2	M3	
					Fecha de muestreo ¹	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	
					Hora de muestreo ¹	16:50	16:53	16:54	
					Código del Laboratorio	AG180487	AG180488	AG180489	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		7.35	8.99	8.50
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		120	17	47	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.8	18.3	18.9
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		84.20	14.50	53.70	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 21 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180329

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180227

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 12/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 12 de Septiembre al 19 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	12/09/2018	12/09/2018	12/09/2018
					Hora de muestreo ¹	10:55	11:10	11:25
					Código del Laboratorio	AG180479	AG180480	AG180481
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	6.92	8.95	7.67
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	89	19	29	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.2	19.4	18.2
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	40.40	5.93	7.42	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 19 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180325

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga
MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180223
MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica
LABORATORIO Fecha de recepción : 10/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 10 de Septiembre al 17 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	10/09/2018	10/09/2018	10/09/2018
					Hora de muestreo ¹	10:45	10:59	10:55
					Código del Laboratorio	AG180467	AG180468	AG180469
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.29	9.05	7.71
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	590	21	25	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	18.8	18.6	19.2
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	301.00	2.35	4.95	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

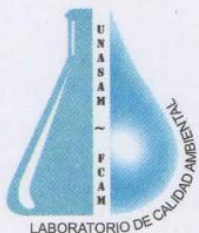
¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Huaraz, 17 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180321

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180219

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 07/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 07 de Septiembre al 14 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo ¹	07/09/2018	07/09/2018	07/09/2018	
					Hora de muestreo ¹	10:15	10:18	10:25	
					Código del Laboratorio	AG180455	AG180456	AG180457	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.53	7.88	9.28	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	696	18	9		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.0	18.3	18.9	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	450.00	5.58	4.68		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 14 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180316

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena

Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180214

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 05/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 05 de Septiembre al 12 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo ¹	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	
					Hora de muestreo ¹	12:03	12:20	12:10	
					Código del Laboratorio	AG180442	AG180443	AG180444	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ¹ B.-Versión 2012 (*)	.....	6.94	8.87	8.33	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	350	3	12		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	17.1	17.0	17.5	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	216.00	4.17	11.30		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

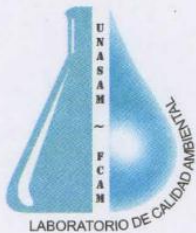
¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP. N° 604

Huaraz, 12 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180309

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180210

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 03/Septiembre/2018
 Fecha de análisis : 03 de Septiembre al 10 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

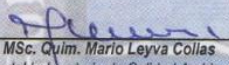
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	M1	M 2	M3
					31/08/2018	31/08/2018	31/08/2018
					13:20	13:25	13:27
					AG180431	AG180432	AG180433
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.01	8.72	8.12
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	60	< 1	< 1
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	20.0	19.8	19.8
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	51.10	3.98	5.53

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

† Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 10 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180308

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180209

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 29/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 29 de Agosto al 07 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestra ¹	29/08/2018	29/08/2018	29/08/2018
					Hora de muestra ¹	16:53	16:56	16:59
					Código del Laboratorio	AG180428	AG180429	AG180430
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.09	8.78	7.45	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	< 1	< 1	< 1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.0	18.9	19.2	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	7.14	2.84	6.04	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Huaraz, 07 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180300

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180204

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 27/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 27 de Agosto al 04 de Septiembre/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	27/08/2018	27/08/2018	27/08/2018
					Hora de muestreo ¹	17:00	17:05	17:08
					Código del Laboratorio	AG180418	AG180419	AG180420
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.35	8.82	8.47
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	27	< 1	10	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.3	19.2	19.3
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	25.60	6.90	16.65	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater. 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 04 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180297

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena

Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180202

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 22/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 24 de Agosto al 03 de Septiembre /2018
 Cotización N° : CO180336

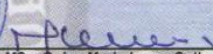
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	24/08/2018	24/08/2018	24/08/2018
					Hora de muestreo ¹	16:36	16:40	16:53
					Código del Laboratorio	AG180413	AG180414	AG180415
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.52	8.32	7.79
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	142	9	9	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	20.8	20.8	20.9
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	96.50	7.83	7.52	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 03 de Septiembre de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180295

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180200

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 22/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 22 de Agosto al 29 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

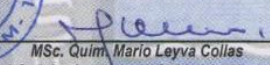
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	22/08/2018	22/08/2018	22/08/2018
					Hora de muestreo ¹	16:30	16:34	16:37
					Código del Laboratorio	AG180409	AG180410	AG180411
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.01	8.30	7.56
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	216	4	1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	20.4	20.3	20.5
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	131.50	12.80	13.90	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 29 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180290

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180197

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 20/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 20 de Agosto al 27 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo	20/08/2018	20/08/2018	20/08/2018	
					Hora de muestreo	16:43	16:46	16:48	
					Código del laboratorio	AG180402	AG180403	AG180404	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.03	8.42	7.67	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	36	7	9		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	21.0	21.1	21.1	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	100.00	12.00	8.69		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 27 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180284

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa -
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180193

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 17/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 17 de Agosto al 24 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

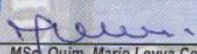
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M 2	M3
					Fecha de muestreo	17/08/2018	17/08/2018	17/08/2018
					Hora de muestreo	13:00	13:06	13:07
					Código del Laboratorio	AG180394	AG180395	AG180396
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	6.72	8.42	7.46
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	24	< 1	< 1	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	20.0	20.1	19.8
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	33.00	18.90	3.80	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 24 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180273

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180187

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 15 de Agosto al 22 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M 2	M3
					Fecha de muestreo	15/08/2018	15/08/2018	15/08/2018
					Hora de muestreo	11:40	11:44	11:47
					Código del Laboratorio	AG180381	AG180382	AG180383
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B-Versión 2012 (*)	.....	6.88	8.46	7.20	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	8	4	3	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.3	19.1	19.0	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	15.80	13.85	6.63	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

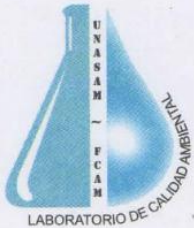
Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA - Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 22 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180262

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180179

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 08/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 08 de Agosto al 15 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	08/08/2018	08/08/2018	08/08/2018
					Hora de muestreo ¹	12:30	12:34	12:38
					Código del Laboratorio	AG180364	AG180365	AG180366
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....	6.94	8.34	6.85
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	102	43	20	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	20.1	20.2	19.9
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	33.35	7.86	3.83	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INAGAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

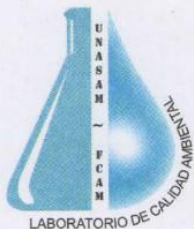
Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 15 de Agosto de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG180261

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180178

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 06/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 06 de Agosto al 13 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

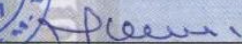
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	06/08/2018	06/08/2018	06/08/2018
					Hora de muestreo ¹	12:20	12:24	12:27
					Código del Laboratorio	AG180361	AG180362	AG180363
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.09	8.64	7.07
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	80	24	23	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	17.7	17.5	17.2
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	44.80	8.46	6.38	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 13 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180260

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180177

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 03/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 03 de Agosto al 10 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo	03/08/2018	03/08/2018	03/08/2018
					Hora de muestreo	11:49	11:52	11:55
					Código del Laboratorio	AG180358	AG180359	AG180360
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....		6.59	8.52	7.18
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		100	27	23
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.2	17.9	18.1
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		61.45	10.45	3.28

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INAGAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 10 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180258

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180175

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Agosto/2018
 Fecha de análisis : 01 de Agosto al 08 de Agosto/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					M1	M2	M3		
					Código del cliente				
					Fecha de muestreo	01/08/2018	01/08/2018	01/08/2018	
					Hora de muestreo	10:47	10:50	10:53	
					Código del Laboratorio	AG180354	AG180355	AG180356	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS									
FQ						7.17	8.61	7.16	
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....				
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		13	9	14	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		19.5	19.6	19.5
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		17.60	10.40	10.70	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 08 de Agosto de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180240

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena

Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180165

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 20/Julio/2018
 Fecha de análisis : 20 de Julio al 27 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018
					Hora de muestreo	11:20	11:28	11:25
					Código del Laboratorio	AG180328	AG180329	AG180330
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....		7.35	5.90	6.90
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		191	14	28
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.4	18.1	18.3
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		103.50	2.35	3.38

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

† Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 27 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180236

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180161

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 18/Julio/2018
 Fecha de análisis : 18 de Julio al 25 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

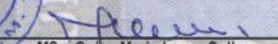
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	M1	M2	M3
					18/07/2018	18/07/2018	18/07/2018
					12:00	12:04	12:10
					AG180322	AG180323	AG180324
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.23	8.53	6.91
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	153	14	19
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	17.8	17.8	18.1
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	78.60	0.75	3.93

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

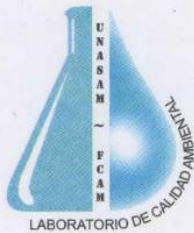
Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 25 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180231

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena

Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180157

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 16/Julio/2018
 Fecha de análisis : 16 de Julio al 23 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo	16/07/2018	16/07/2018	16/07/2018	
					Hora de muestreo	11:00	11:08	11:11	
					Código del Laboratorio	AG180315	AG180316	AG180317	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS									
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.22	8.34	7.48	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	81	5	15		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	18.7	18.5	18.4	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	65.86	3.34	9.06		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 23 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180229

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180155

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 13/Julio/2018
 Fecha de análisis : 13 de Julio al 20 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

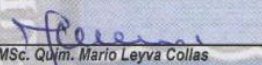
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo ¹	13/07/2018	13/07/2018	13/07/2018	
					Hora de muestreo ¹	12:05	12:10	12:13	
					Código del laboratorio	AG180307	AG180308	AG180309	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		7.43	8.43	7.50
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		82	5	6	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		17.9	18.1	18.0
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		43.85	3.46	3.22	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 20 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180223

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180149

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 11/Julio/2018
 Fecha de análisis : 11 de Julio al 18 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

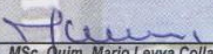
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo ¹	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018	
					Hora de muestreo ¹	09:39	09:43	09:49	
					Código del Laboratorio	AG180294	AG180295	AG180296	
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS								
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		7.14	8.68	7.25
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		58	8	5	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.6	18.9	19.0
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		32.40	4.48	4.51	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 18 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180216

CLIENTE	Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz Atención : Lincoln Aguilar Olortiga
MUESTRA	Producto declarado : M1: Agua de Captación : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico : M3: Agua de Filtro de Arena Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia : M2 y M3: Sector Shirapampa Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180145
MUESTREO	Responsable : Muestra proporcionada por el cliente Referencia: : No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción : 06/Julio/2018 Fecha de análisis : 06 de Julio al 13 de Julio/2018 Cotización N° : CO180336

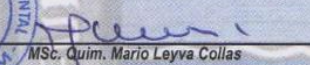
CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	M1	M2	M3
					06/07/2018	06/07/2018	06/07/2018
					11:18	11:30	11:20
					AG180283	AG180284	AG180285
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....	7.42	8.74	7.00
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	56	6	31
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	17.3	17.8	16.8
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	43.95	2.99	36.10

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012




 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 13 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180209

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180141

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Julio/2018
 Fecha de análisis : 04 de Julio al 11 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	M1	M2	M3
					Fecha de muestreo ¹	04/07/2018	04/07/2018	04/07/2018
					Hora de muestreo ¹	13:38	13:43	13:50
					Código del Laboratorio	AG180274	AG180275	AG180276
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS							
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (* )	.....	7.48	8.85	7.04	
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	235	< 1	3	
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (* )	.....	18.2	18.8	18.2	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	119.00	0.78	13.20	

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

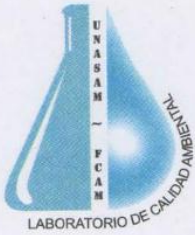
¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Huaraz, 11 de Julio de 2018



INFORME DE ENSAYO AG180206

CLIENTE Razón Social : LINCOLN AGUILAR OLORTIGA
 Dirección : Jr. Azucena N° 160 - Villón - Huaraz
 Atención : Lincoln Aguilar Olortiga

MUESTRA Producto declarado : M1: Agua de Captación
 : M2: Agua de Filtro con Concha de Abanico
 : M3: Agua de Filtro de Arena

Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : M1: Río Casca, Distrito de Independencia
 : M2 y M3: Sector Shirapampa
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180138

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 27/Julio/2018
 Fecha de análisis : 27 de Junio al 05 de Julio/2018
 Cotización N° : CO180336

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA				
					Código del cliente	M1	M2	M3	
					Fecha de muestreo	27/06/2018	27/06/2018	27/06/2018	
					Hora de muestreo	10:40	10:44	11:23	
					Código del laboratorio	AG180265	AG180266	AG180267	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS									
FQ						7.26	8.72	7.16	
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....				
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	21	< 1	< 1		
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	18.3	18.4	18.5	
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	18.25	7.28	7.25		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

1 Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 05 de Julio de 2018

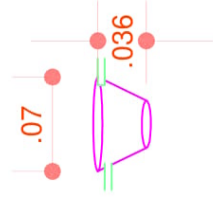
ANEXO N°4: COSTO DE LA INVESTIGACION

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	Nº. VECES	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
RECURSOS HUMANOS					
Viáticos					990
Viaje Huaraz-Casma	Und.	1	2	30	60
costo de envío de valvas de concha de abanico Casma-Huaraz	Und.	1	1	50	50
costo de envío de arena de la Cantera-Huaraz	Und.	1	1	30	30
Costo de traslado de las valvas de concha de abanico y arena al laboratorio de resistencia de materiales - UNASAM	Und.	1	1	10	30
Costo de traslado del medio filtrante (conchas de abanico, arena y grava) del laboratorio de la UNASAM a la PTAP	Und.	1	1	20	20
Toma de muestra de los prototipos (Huaraz-Planta de Tratamiento)	Und.	4	10	20	800
Personal de apoyo.					280
recolección de valvas de concha de abanico	Und.	1	1	40	40
lavado de valvas de concha de abanico enteras	Und.	1	1	90	90
Traslado de prototipo a planta de tratamiento Shirapampa	Und.	1	1	60	60
lavado de arena	Und.	1	1	30	30
Costo de Construcción de los prototipos	Und.	1	1	60	60
SUB, TOTAL S/.					1270
BIENES					100
Material bibliográfico	Glb.	1	1	50	50
Material de escritorio	Glb.	1	1	50	50
ARMADO DEL PROTOTIPO					363.6
Codo PVC sp de 1/2"	Und	4	1	0.5	2
Tee PVC-P sp de 1/2"	Und	8	1	0.8	6.4
tubo PVC Simple Presión de 1/2" x 5m	Und	3	1	6	18
Válvula de PVC de 1/2" con rosca	Und	7	1	7	49
Niples Galvanizados de 1/2" x 1"	Und	6	1	2	12
Uniones mixtas SP/Rosca interna de 1/2" PVC	Und	12	1	1	12
Transiciones de 1/2" PVC	Und	16	1	1	16
Tapón 1/2" pvc hembra	Und	2	1	0.5	1
jebe de empaquetadura de 3/4"	Und	26	1	1	26
Pegamento PVC 4 OZ azul Oatey	Und	2	1	6	12
Cinta teflón	Und	5	1	1	5
tubería de PVC Alcantarillado S-25 de 200 mm	Und	1	1	160	160
Tapón de 200 mm PVC Alcantarillado	Und	2	1	20	40

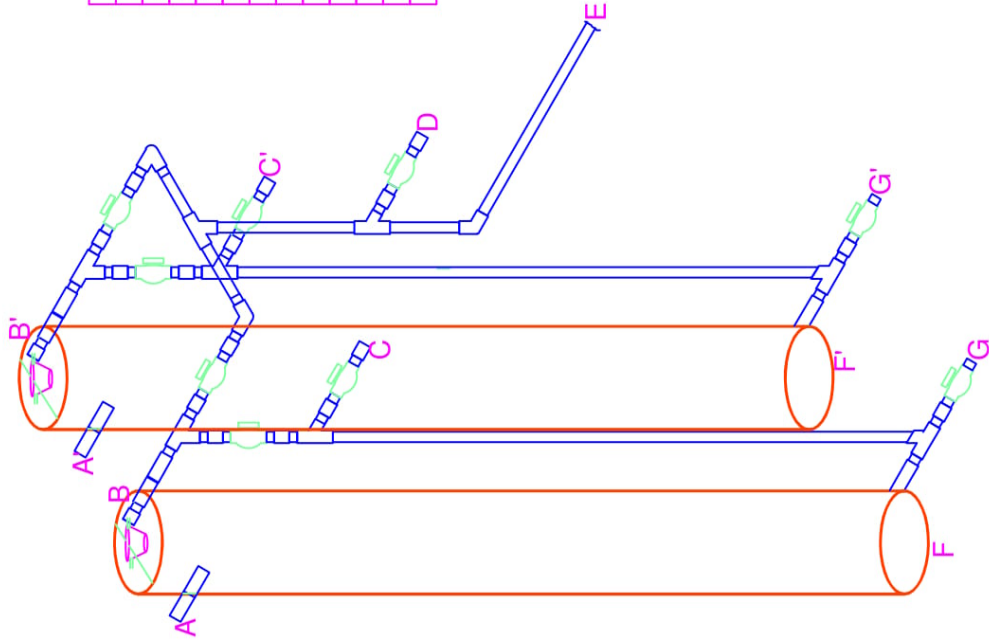
Grava de 50mm a 19 mm	m3	0.00942455	1	70	0.66
Grava de 19mm a 9.5 mm	m3	0.00942455	1	70	0.66
Grava de 9.5mm a 3 mm	m3	0.00942455	1	70	0.66
Arena Fina	m3	0.02513213	1	90	2.26
SUB TOTAL S/.					463.6
EQUIPOS					
cámara digital	Und.	1	1	350	350
G.P.S	Und.	1	1	400	400
SUB. TOTAL S/.					750
SERVICIOS					
Laboratorio de Calidad ambiental (para el análisis de agua)					4882.5
-Turbiedad	Und.	3	35	8.9	934.5
-Temperatura	Und.	3	35	8.9	934.5
-PH	Und.	3	35	8.9	934.5
-Solidos suspendidos totales	Und.	3	35	19.8	2079
Laboratorio de Resistencia de Materiales y molienda de la concha de abanico	Und.	1	1	800	800
Impresión de plano en A3	Und.	3	3	5	45
Impresión de informe final de Tesis	Und.	3	1	100	300
SUB. TOTAL S/.					6027.5
PRESUPUESTO TOTAL S/.					8511.1

ANEXO N°5: PLANO DE LOS PROTOTIPOS DE FILTRO LENTO

DESARENADOR A ESCALA



LEYENDA	
A	TUBERIA DE REBOSE
A'	TUBERIA DE REBOSE
B	INGRESO DE AGUA AL FILTRO
B'	INGRESO DE AGUA AL FILTRO
C	SALIDA DE AGUA FILTRADA
C'	SALIDA DE AGUA FILTRADA
D	TOMA DE MUESTRA DE AGUA CRUDA
E	LINEA DE SUMINISTRO DE AGUA CRUDA
F	FILTRO LENTO DE CONCHAS DE ABANICO
F'	FILTRO LENTO DE ARENA
G	LINEA DE PURGA DEL FILTRO
G'	LINEA DE PURGA DEL FILTRO



**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

PLANO:

ESQUEMA DE PROTOTIPOS DE FILTRO LENTO
DE ARENA Y CONCHAS DE ABANICO

DIBUJO: ESQUEMATICO

FECHA: JULIO-2020

Tesis:

Bach. Lincoln Werner
Aguilar Olortiga

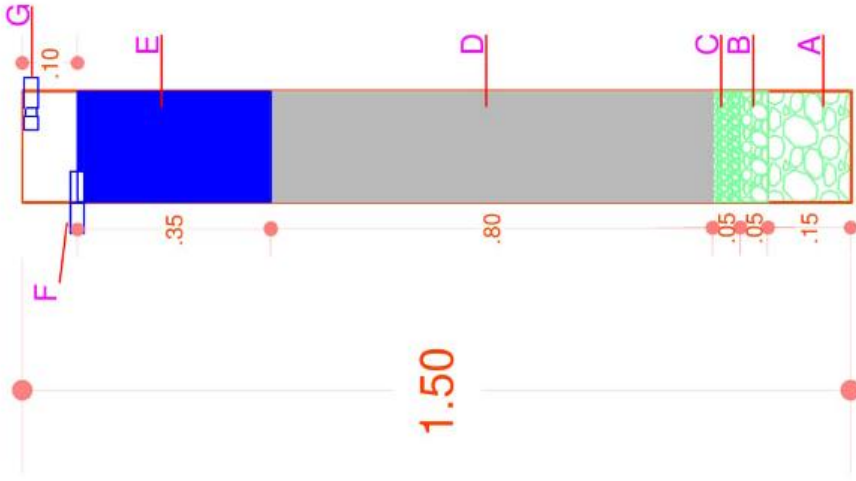
LINENA

E-01

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL
DE INGENIERIA SANITARIA

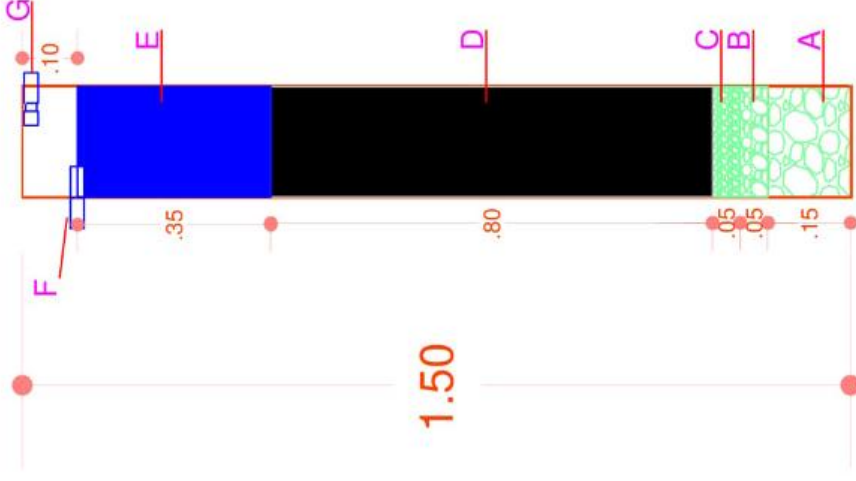
LEYENDA-FILTRO LENTO DE ARENA

A	GRAVA DE 50mm-19mm
B	GRAVA DE 19mm-9.5mm
C	GRAVA DE 9.5mm-3mm
D	ARENA FINA D10=0.16
E	AGUA A SER FILTRADA
F	TUBERIA DE REBOSE
G	TUBERIA DE INGRESO DE AGUA



LEYENDA-FILTRO LENTO DE CONCHAS DE ABANICO

A	GRAVA DE 50mm-19mm
B	GRAVA DE 19mm-9.5mm
C	GRAVA DE 9.5mm-3mm
D	CONCHA DE ABANICO D10=0.15
E	AGUA A SER FILTRADA
F	TUBERIA DE REBOSE
G	TUBERIA DE INGRESO DE AGUA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO**
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

TITULO: ESQUEMATICO	
FECHA: JULIO-2020	
Tema: Bach. Lincoln Wernher Agullar Olorita	
E-02	
MATERIA: MATERIAL FILTRANTE DE LOS FILTROS LENTOS DE ARENA Y CONCHAS DE ABANICO	
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	