

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



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL  
RÍO MANCOS MEDIANTE EL USO DE  
DIATOMEAS (*Bacillariophyceae*) PARA SU USO  
AGRÍCOLA - 2018”**

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

**AUTORA:**

**Bach. DAISY NAILEA GONZALES SILVA**

**ASESOR:**

**Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICÓN**

**Huaraz, Ancash, Perú**

**Junio, 2019**



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



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL  
RÍO MANCOS MEDIANTE EL USO DE  
DIATOMEAS (*Bacillariophyceae*) PARA SU USO  
AGRÍCOLA - 2018”**

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

**AUTORA:**

**Bach. DAISY NAILEA GONZALES SILVA**

**ASESOR:**

**Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICÓN**

**Huaraz, Ancash, Perú**

**Junio, 2019**







**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI  
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Gonzales Silva Daisy Nailea

Código de alumno: 091.0605.009

Teléfono: 944909528

Correo electrónico: dngs124@gmail.com

DNI: 70233268

2. Datos del Autor:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO MANCOS MEDIANTE EL USO DE DIATOMEAS (Bacillariophyceae) PARA SU USO AGRÍCOLA - 2018"

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Castillo Picón Heraclio Fernando

Teléfono: 943692464

Correo electrónico: fercaspi1@gmail.com

DNI : 32043297

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 70233268

FECHA: Huaraz, 13 de agosto de 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

Av. Centenario N° 200 – Teléfono (043) 640020 anexo 1103  
HUARAZ - ÁNCASH - PERÚ



*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS**

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis **"EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO MANCOS MEDIANTE EL USO DE DIATOMEAS (Bacillariophyceae) PARA USO AGRICOLA-2018"**, que presenta **DAISY NAILEA GONZALES SILVA** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

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

**APROBADA**

Con el calificativo de: ...QUINCE. ( 15 )

En consecuencia, **DAISY NAILEA GONZALES SILVA** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al 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° 232-2017-UNASAM).

MSc. Carlos Barroneo Poma Villafuerte  
Presidente  
Jurado de sustentación

Huaraz, 25 de Junio de 2019

Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA  
Primer miembro  
Jurado de sustentación

MSc. Mario Vladimir Leyva Collas  
Segundo miembro  
Jurado de sustentación

Dr. Heraclio Fernando Castillo Picón  
Asesor de tesista

## **DEDICATORIA**

Dedicado con mucho cariño a mis padres por el apoyo incondicional brindado durante el transcurso de todo este tiempo, por ser la fuente de motivación e inspiración para mi superación personal, por ser la base del cimiento para mi desarrollo profesional.

Daisy Nailea Gonzales Silva

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Pedro Gonzales y Bertha Silva por su amor infinito, por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia las metas se pueden cumplir.

Al Dr. Fernando Heraclio Castillo Picón, por su valiosa iniciativa para la ejecución de este tema de investigación y por las orientaciones en el desarrollo y redacción de la presente investigación.

Al Dr. Elmer Alvites Izquierdo, Manuel Rodríguez Lacher y Angelo Lujan Bulmes, docentes de la Universidad Nacional de Trujillo, por sus valiosas colaboraciones en la identificación y conteo de las diatomeas.

Daisy Nailea Gonzales Silva

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la calidad del agua del río Mancos para su uso agrícola mediante el uso de diatomeas (*Bacillariophyceae*), para lo cual se realizó dos muestreos de diatomeas, una en época de estiaje (agosto de 2018) y otra en época de avenida (noviembre de 2018) en tres puntos de muestreo ubicados en las coordenadas geográficas (206293N, 8984400E), (204774N, 8984036E) y (202544N, 89843065E) siguiendo el procedimiento descrito en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Agua y Metodología de la Directiva Marco del Agua. Se recolectó de 5 a 10 piedras sumergidas de 10 - 20 cm del agua, cepillando un área aproximada de 10 a 20 cm<sup>2</sup>, hasta completar un área total de 100 cm<sup>2</sup>. Las diatomeas contenidas en los cepillos se introdujeron en un frasco con tapa hermética con un contenido de 50 ml de agua de río, también se tomó directamente y sin filtrar una muestra de 1000 ml de agua en una botella transparente. Las muestras fueron transportadas a un laboratorio biológico donde se identificaron las especies de diatomeas y realizó el conteo, aplicándose los métodos de Sedgewick – Rafetr y Utermöhl respectivamente (Vicente, Hoyos, Sánchez y Cambra, 2015). Para la evaluación de la calidad del agua se empleó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría III, Riego de Vegetales y Bebida de Animales y los Índices de diversidad de Shannon - Wiener (H').

Los resultados de la aplicación de los índices de diversidad de Shannon & Wiener (H') para el río Mancos indican que el agua presenta una contaminación leve en los tres puntos de muestreo, al encontrarse sus valores en el rango de 2 a 3 bits cel.<sup>-1</sup>. De acuerdo a los resultados del análisis fisicoquímico, el agua es de buena calidad al encontrarse dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Categoría III, Riego de Vegetales y Bebida de Animales, para las épocas de estiaje y avenida.

**Palabras claves:** Diatomea, río Mancos, calidad de agua.

## ABSTRACT

This investigation was developed with the objective of determining the quality of the Mancos river water for agricultural use via diatoms (*Bacillariophyceae*) usage, for which two diatom samples were sampled, one during the dry season (August 2018) and another in rainfall season (November 2018) at three sampling points located in the geographical coordinates (206293N, 8984400E), (204774N, 8984036E) and (202544N, 89843065E) following the procedure described in the Water Quality Monitoring Protocol and Methodology of the Water Framework Directive. 5 to 10 submerged stones 10-20 cm were collected from the water, brushing an approximate area of 10 to 20 cm<sup>2</sup>, to complete a total area of 100 cm<sup>2</sup>. The diatoms contained in the brushes were placed in a bottle with a tight-fitting lid containing 50 ml of river water, a 1000 ml sample of water was also taken directly and without filtering into a transparent bottle. The samples were transported to a biological laboratory where the diatom species were identified and counted, using the methods of Sedgewick - Rafetr and Utermöhl respectively (Vicente, Hoyos, Sánchez and Cambra, 2015). The Environmental Quality Standards (ECA) for Water, Category III, Vegetable Irrigation and Animal Beverage and the Shannon - Wiener (H ') diversity indices were used for the evaluation of water quality.

The results of the application of the Shannon & Wiener (H ') diversity indices for the Mancos River indicate that the water has a slight contamination at the three sampling points since its values are in the range of 2 to 3 bits cel.<sup>-1</sup>. According to the results of the physicochemical analysis, the water is of good quality as it is within the Environmental Quality Standards (ECA), Category III, Vegetable Irrigation and Animal Beverage, for the dry and rainfall seasons.

**Keywords:** Diatom, Mancos river, water quality.

## ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE IMÁGENES.....	viii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1. El agua.....	9
a. Calidad del agua.....	9
2.2.2. Monitoreo de la calidad del agua.....	10
2.2.3. Evaluación biológica de la calidad del agua.....	11
2.2.4. Diatomeas.....	12
2.2.5. Índice de Shanon - Wiener.....	17
2.2.6. Parámetros físicoquímicos de importancia en la agricultura.....	18
2.3. MARCO LEGAL.....	21
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	23
CAPITULO III.....	25
METODOLOGÍA.....	25
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	25
3.1.1. Ámbito físico de la sub cuenca del río Mancos.....	25
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.2.1. Estación de muestreo.....	29

3.2.2. Periodo de muestreo .....	31
3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	31
3.3.1. Trabajo de campo.....	31
3.3.2. Trabajo de laboratorio (procesamiento de la muestra) .....	33
3.3.3. Técnicas del procesamiento y análisis de datos:.....	34
CAPITULO IV.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	35
4.1. RESULTADOS.....	35
4.1.1. Composición taxonómica de diatomeas .....	35
4.1.2. Resultado del índice biótico “Shanon y Wiener” .....	50
4.1.3. Variables fisicoquímicas .....	53
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	69
CAPITULO V.....	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. CONCLUSIONES.....	72
5.2. RECOMENDACIONES .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS.....	78
ANEXO 1.....	79
ANEXO 2.....	81
ANEXO 3.....	83
ANEXO 4.....	85
ANEXO 5.....	98

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro N° 1: Patrón de Calidad de agua, según Lobo y Kobayasi 1990 .....	17
Cuadro N° 2: Descripción de las estaciones de muestreo en el cauce principal del río Mancos .....	29
Cuadro N° 3: Datos empleados para el cálculo del caudal del agua del río Mancos en época de estiaje .....	33
Cuadro N° 4: Tiempo empleado por el flotador en recorrer un tramo de 4.5 m.....	33
Cuadro N° 5: Taxonomía y densidad de las diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P001.....	36
Cuadro N° 6: Taxonomía y densidad de fitoplancton en el punto de muestreo P001 ..	38
Cuadro N° 7: Taxonomía y densidad de las diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P002.....	41



Cuadro N° 8: Taxonomía y densidad de fitoplancton en el punto de muestreo P002...	43
Cuadro N° 9: Taxonomía y densidad de las diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P003.....	46
Cuadro N° 10: Taxonomía y densidad de fitoplancton en el punto de muestreo P003.	48
Cuadro N° 11: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon para diatomeas en el perifiton en época de estiaje.....	50
Cuadro N° 12: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon para diatomeas en el perifiton en época de avenida. ....	50
Cuadro N° 13: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon el fitoplancton en época de estiaje. ....	52
Cuadro N° 14: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon para diatomeas en el perifiton en época de avenida. ....	52
Cuadro N° 15: Resultado del análisis de variables físico- químicos y metales en los tres puntos de muestreo del río Mancos .....	54

## **LISTA DE IMÁGENES**

Imagen N° 1: Mapa de relación entre el Parque Nacional Huascarán y el río Mancos	28
Imagen N° 2: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del río Mancos.....	30
Imagen N° 3: Porcentaje de especies de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P001.....	37
Imagen N° 4: Densidad de diatomeas de perifiton en época de estiaje vs Densidad de diatomeas de perifiton en época de avenida en el punto de muestreo P001 .....	37
Imagen N° 5: Porcentaje de especies de fitoplancton en el punto de muestreo P001 .	39
Imagen N° 6: Densidad de fitoplancton en época de estiaje densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P001 .....	39
Imagen N° 7: Porcentaje de especies de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P002.....	42
Imagen N° 8. Densidad de diatomeas de perifiton en época de estiaje vs Densidad de diatomeas de perifiton en época de avenida en el punto de muestreo P002 .....	42
Imagen N° 9: Porcentaje de especies de fitoplancton en el punto de muestreo P002 .	44
Imagen N° 10: Densidad de fitoplancton en época de estiaje densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P002.....	44

Imagen N° 11: Porcentaje de especies de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P003.....	47
Imagen N° 12: Densidad de diatomeas de perifiton en época de estiaje vs Densidad de diatomeas de perifiton en época de avenida en el punto de muestreo P003 .....	47
Imagen N° 13: Porcentaje de especies de fitoplancton en el punto de muestreo P002	49
Imagen N° 14: Densidad de fitoplancton en época de estiaje y densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P003.....	49
Imagen N° 15: Varianza de los resultados aplicando el Índice el Shannon y Wiener a las diatomeas en perifiton en los tres puntos de muestreo en época de estiaje .....	50
Imagen N° 16: Varianza de los resultados aplicando el Índice el Shannon y Wiener a las diatomeas en perifiton de los tres puntos de muestreo en época de avenida .....	51
Imagen N° 17: Gráfica de la varianza del Índice el Shannon y Wiener de diatomeas tomadas directamente del agua en los tres puntos de monitoreo en época de estiaje y los márgenes de error de cada punto muestreado .....	52
Imagen N° 18: Gráfica de la varianza del Índice el Shannon y Wiener de diatomeas tomadas directamente del agua en los tres puntos de muestreo en época de avenida y los márgenes de error de cada punto muestreado. ....	53
Imagen N° 19: Conductividad del agua en los tres puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	55
Imagen N° 20: Temperatura del agua en los tres puntos de muestreo del río Mancos	56
Imagen N° 21: Oxígeno Disuelto en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	57
Imagen N° 22: pH en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	58
Imagen N° 23: Nivel de sólidos totales disueltos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III.....	59
Imagen N° 24: Nivel de Bicarbonatos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	60
Imagen N° 25: Nivel de Carbonatos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	60
Imagen N° 26: Nivel Cloruros en los puntos los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	61
Imagen N° 27: Nivel de Nitratos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	62

Imagen N° 28: Nivel Sulfatos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	62
Imagen N° 29: Nivel de Arsénico en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	63
Imagen N° 30: Nivel Cadmio en los puntos los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	64
Imagen N° 31: Nivel Calcio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	64
Imagen N° 32: Nivel Cobre en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	65
Imagen N° 33: Nivel de Hierro en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	66
Imagen N° 34: Nivel de Magnesio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	66
Imagen N° 35: Nivel de Manganeso en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	67
Imagen N° 36: Nivel de plomo en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	68
Imagen N° 37: Concentración de Potasio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos .....	68
Imagen N° 38: Nivel de Zinc en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III .....	69

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

En el Perú, las aguas continentales, de forma particular los ríos y lagos, constituyen un recurso natural primordial por su importancia en la continuidad de la vida al ser fuente de vida no sólo para los pobladores de las regiones, sino por albergar una enorme diversidad de organismos desde microscópicos (protozoarios y algas), los cuales forman la base de las redes tróficas, hasta los grandes peces, reptiles y mamíferos (MINAM, 2014).

En la actualidad el crecimiento de la población, el incremento de la actividad industrial, extractiva, la creciente tendencia de satisfacer las necesidades del ser humano, ocasiona que los cuerpos de agua reciban continuamente contaminantes tóxicos de tipo metálico y sedimentos que exceden la capacidad de autodepuración, trayendo como consecuencia graves problemas de contaminación del agua y alto riesgo toxicológico para el hombre y los animales (Medina, 2007). El río Mancos no es ajeno a ello.

Las evaluaciones de la calidad del agua mediante los bioindicadores es una buena opción, ya que éstas son las primeras en sufrir las perturbaciones provocadas por los cambios físicos y/o químicos que alteran su hábitat natural. Pero subsisten subyacentes problemas por la dificultad en establecer que los organismos sean una expresión de determinadas condiciones ambientales, el conocimiento de la biología de las especies y, especialmente, la identificación de la tolerancia de las especies a los factores del medio en que se encuentran. Lo que hace necesario aplicar los métodos y análisis físicos - químicos para una correcta evaluación (Blanco y Becares, 2007).

En particular, el uso de diatomeas bentónicas como bioindicadores de la calidad del agua en ecosistemas de agua dulce ha aumentado en los últimos años debido a su elevada sensibilidad a un amplio rango de contaminantes, amplia distribución, ciclos de vida corto, y la variación en la composición de especies que pueden atribuirse a las variaciones ecológicas (Yucra y Tapia, 2008).

Es por ello que en el presente estudio se determinó la calidad del agua del río Mancos mediante el índice de Shannon y Wiener, en base a diatomeas bentónicas, para el año 2018, en puntos de monitoreo con referencia a actividades antropogénicas más resaltantes a fin de generar información que permita inferir sobre las alteraciones que pueda estar sufriendo el recurso hídrico de dicho río.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El nevado Huascarán ubicado en el Parque Nacional Huascarán es fuente de agua para los ríos Minas, Shullurumi y Querurán, los cuales son tributarios del río Mancos que desemboca en la cuenca principal del Callejón de Huaylas, el río Santa.

La calidad del agua del río Mancos es probablemente alterada por las actividades extractivas y agrícolas que se desarrollan en la sub cuenca.

Actividades extractivas: minería polimetálica (oro y plata) desarrollada por la empresa Cía. Minera Nueva California, ubicada en la cabecera de la sub cuenca del río Mancos, que inició sus actividades a partir del año 1980 cesando el 2013. Dejó un relave minero superficial, el cual al entrar en contacto con el agua de lluvia puede discurrir hasta el río Shullurumi; minería extractiva de carbón a través de la empresa minera San Roque F.M S.A.C, ubicada en el caserío de Apa Grande, realiza sus actividades a partir del año 2004, vertiendo sus aguas residuales directamente al río Mancos. Finalmente, la extracción de roca caliza y transformación en cal, yeso y cemento por la empresa Molinos Calcáreos S.A.C. (s.f.) ubicado en el caserío de Chimpa Mancos, cuyo inicio de actividades data del año 2001, y vierte sus aguas residuales al río Mancos sólo en época de lluvia (Hugo, 1992).

Actividad agrícola: se desarrolla en todos los centros poblados y caseríos a lo largo de la sub cuenca del río Mancos, en los centros poblados de cabecera de cuenca y cuenca media se cultivan en su mayoría hortalizas y tubérculos (papa, maíz, cebolla, rocoto, lechuga, arveja, etc.), en la parte baja de la sub cuenca se

cultivan frutales (pacaes, duraznero, palto, etc.); el mantenimiento y producción de estos cultivos conlleva al uso de fertilizantes químicos, plaguicidas e insecticidas, que son arrastrados al río por el escurrimiento superficial, generado por el riego por gravedad y las lluvias.

Actualmente no hay información sobre el estado de la calidad del río Mancos, ya que no se le ha dado la importancia a este tributario del río Santa, ni se han realizado en él trabajos de manejo ambiental.

Por otra parte, cabe señalar que en el Perú las investigaciones relacionadas con los bioindicadores presentan un distanciamiento entre el estudio de las microalgas y sus parámetros ambientales, debido a que las microalgas son empleadas sólo como referencia en la caracterización de calidad del agua y no influyentes en su distribución poblacional. La ley de recursos hídricos (ley 29338) y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (D.S. 002-2008-MINAM) contemplan sólo los análisis físicos, químicos y microbiológicos (bacterias, protozoarios parásitos) como indicadores de la calidad de agua en ecosistemas acuáticos naturales (Calizaya, Avendaño y Delgado, 2013); Pero estos métodos no permiten hacer una estimación de los impactos ecológicos de la contaminación, pues sólo proporcionan datos precisos del momento de toma de muestra. En este sentido el uso de las diatomeas como indicadoras es un aporte importante para la ciencia y una herramienta de solución y uso directo en los problemas ambientales, así como en la determinación de políticas de saneamiento y gestión ambiental.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El uso de diatomeas como indicadores biológicos de la calidad del agua permitirá determinar la calidad del agua del río Mancos para su uso agrícola?

## **1.3. HIPÓTESIS**

El uso de diatomeas como indicadores biológicos de la calidad del agua permite determinar la calidad del agua del río Mancos para su uso agrícola.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la calidad del agua del río Mancos para el uso agrícola, mediante la utilización de diatomeas.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar las especies de diatomeas que dan pauta a la calidad de agua del río Mancos.
- Determinar la riqueza y abundancia de las familias de diatomeas en los puntos de monitoreo.
- Relacionar las capturas de diatomeas en la época de verano e invierno.
- Comparar los resultados de los análisis físico-químicos y evaluación de la calidad de agua con diatomeas del río Mancos para su uso agrícola.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

La degradación de los recursos acuáticos ha sido motivo de preocupación para el hombre de los últimos tiempos. (Kolkwitz y Marsson, 1902) realizaron los primeros esfuerzos para determinar el daño ecológico causado por residuos domésticos e industriales en las corrientes de agua, creando de esta manera las bases del sistema saprobio, ampliamente utilizado hoy día en Alemania y algunos países europeos. (Patrick, 1949), a mediados de los años 50 del siglo XX, cuando comenzaron a utilizarse diferentes metodologías de evaluación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos, propuso métodos biológicos para evaluar las condiciones ecológicas de las corrientes de agua.

Soler et al, (2012), con el objetivo de evaluar la calidad del agua en los ríos principales y embalses de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá mediante la identificación y análisis de las diatomeas epilíticas como indicadores ecológicos del estado de los sistemas acuáticos, realizaron investigaciones dirigidas a la caracterización de las diatomeas en su relación con la calidad del agua, para lo cual recolectaron de 5 a 10 piedras sumergidas de 10 - 20 cm del agua, cepillando un área aproximada de 10 a 20 cm<sup>2</sup>, hasta completar un área total de 100 cm<sup>2</sup>, las diatomeas contenidas en los cepillos las introdujeron en un frasco con tapa hermética con un contenido de 50 ml de agua de río, adicionando formaldehído (HCHO) al 4 % para su conservación, las muestras fueron transportadas a un laboratorio biológico dónde se identificaron y contaron. La comunidad de diatomeas estuvo integrada por 146 especies, de las cuales 65 se presentaron en el río



Pequení; 70 en el río Chagres y 79 en los ríos Boquerón y Gatún. En el río Trinidad se registraron 92, y 110 en el río Cirí Grande. Estas especies fueron, en su mayoría, epilíticas, rafídeas y arrafídeas. Los resultados de los parámetros químicos analizados y la riqueza diatomológica de las aguas de cabecera de los ríos han revelado que en la mitad de ellos la calidad del agua es buena o apropiada (ríos Boquerón, Chagres y Gatún), mientras que la otra mitad (ríos Trinidad, Cirí Grande y Pequení), registraron una calidad moderada.

Mora, Carmona y Cantoral (2015), en la investigación “Diatomeas epilíticas de la cuenca alta del río Laja, Guanajuato, México”, realizaron 2 muestreos en la temporada seca (enero) y lluviosa (octubre) del 2011. Las diatomeas fueron obtenidas mediante el raspado de con navaja de la cara superior de 3 a 5 rocas sumergidas en un área total de 100 cm<sup>2</sup>, el procesamiento de la muestra en laboratorio se hizo mediante el método del peróxido caliente. Llegándose a identificar 173 taxa infragenéricos, de los que 7 son nuevos registros para México: *Fallacia monoculata*, *Hantzschia abundans*, *Navigiolum uruguayense*, *Neidium bisulcatum*, *Nitzschia solita*, *Planothidium incuriatum* y *Sellaphora bacilloides*; 3 especies son nuevos registros para el estado de Guanajuato: *Gomphonema laticollum*, *G. subclavatum* y *Gomphosphenia lingulatiformis*. Los géneros mejor representados fueron *Nitzschia*, *Navicula* y *Gomphonema*.

(Rosero , 2016) con el objetivo de determinar un índice biótico para determinar la calidad de las aguas de los ríos andinos presentes en el Ecuador basado en poblaciones de diatomeas epilíticas, realizó muestreos del material fitoplanctónico en la cuenca alta, media y baja del río Ambi del 16 de Octubre del 2015 hasta el 26 de Marzo del 2016, con una frecuencia de muestreo de dos meses, además de ello realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, para efectuar los cálculos de la abundancia de especies, del valor trófico de especies, cálculo del índice biótico de calidad de aguas adaptado de Pantle y Buck; llegando a la conclusión de que en el nacimiento del río Ambi la calidad del agua es buena, indicada por las especies *Adafla Muscora*, *Amphipleura lindheimeri*, *Cocconeis lineata*, *Cyclotella meneghiana*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema cf gracile* y *Navicula symmetrica*; el cauce medio, moderada, indicada por las especies de *Diatomea curvada*, *Nitzschia amphibia*,

*Frustulia guayanensis* spp. *Ecuadoriana*, *Nitzschia incospicua*; y el cauce bajo presenta altos niveles de eutrofización, la calidad del agua indicado por las especies de *Luticola Goepfertiana*, *Nitzschia incospicua*, *Nitzschia linearis*.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Alarcón y Peláez (2012) con el objetivo de determinar la calidad del agua del río Sendamal mediante el uso de diatomeas, estableció cinco estaciones de muestreo basados en los parámetros de la altitud, distancia, influencia de la actividad humana y accesibilidad, recolectando de 5 a 10 piedras sumergidas de 10 - 20 cm del agua, cepillando un área aproximada de 10 a 20 cm<sup>2</sup>, hasta completar un área total de 100 cm<sup>2</sup>, las diatomeas contenidas en los cepillos se introdujeron en un frasco con tapa hermética con un contenido de 50 ml de agua de río, trasportándolas a un laboratorio biológico para su identificación y conteo, La calidad del agua fue calculada mediante el índice de diversidad de Shannon y Wiener H', según el patrón establecido por Lobo & Kobayasi y los parámetros físico – químicos siguiendo las recomendaciones emitidas en la Resolución Directoral N°: 2254/2007 DIGESA/SA, llegando a concluir que el río Sendamal presenta contaminación imperceptible a contaminación leve”, y cumple con los ECA - CAT. III: “Riego de Vegetales y Bebida de Animales” (D.S.002 – 2008 MINAM), para la mayoría de parámetros, a excepción de fosfatos, nitratos, nitritos y pH, los mismos que reflejan una ligera contaminación orgánica.

Calizaya , Avendaño y Delgado (2013), con el objetivo de evaluar la calidad del agua de la cuenca del río Locumba, Tacna, realizaron seis campañas de muestreo de diatomeas, en diez estaciones de muestreo, en la cuenca del río Locumba, tomando como criterio de selección la gradiente de contaminantes vertidos a lo largo de la cuenca. Las muestras de diatomeas fueron obtenidas a partir del raspado superficial de rocas presentes en el lecho del río, identificándose 77 taxas en 59 muestras colectadas, los géneros más diversos fueron *Nitzschia* y *Navicula* y el nivel de perturbación se calculó mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener llegando a concluir que presenta contaminación severa. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron hechos bajo métodos estandarizados según las normas de la American Public Health Association

(APHA) y de la American Water Works Association (AWWA), los que incrementan a medida que se descendía latitudinalmente.

Guzmán y Leiva (2015), con el objetivo de determinar la calidad del agua del río Utcubamba, mediante el uso de diatomeas, realizaron el muestreo en 43 estaciones ubicadas a lo largo de la cuenca, en época seca (junio - noviembre) y época húmeda (diciembre- mayo) en el 2015. Las muestras de diatomeas fueron obtenidas a partir del raspado superficial de 100 cm<sup>2</sup> rocas presentes en el lecho del río, trasportándolas a un laboratorio biológico para el cálculo de la densidad y abundancia relativa de cada especie por cada estación de muestreo; así mismo calcularon el índice de diversidad de Shannon & Wiener. Como segunda parte del análisis de datos utilizaron el software estadístico SPSS versión 15, con el cual determinaron las diferencias significativas para los niveles de cuenca en época húmeda y seca. Como resultado encontraron 102 especies en época de estiaje y 69 especies en época de avenida, los que indican que el agua presenta contaminación de moderada a leve.

Leiva, Coronel y Corroto (2017), con el objetivo de evaluar como potenciales indicadores biológicos de las condiciones ambientales y generar información sobre el impacto que ocasiona la extracción de material pétreo en la calidad del agua; realizaron muestreos en tres estaciones y seis puntos de muestreo consecutivos en el tramo Caclic - Pedro Ruiz Gallo del río Utcubamba durante el mes de septiembre, en época de estiaje. Para determinar los parámetros físico - químicos del agua aplicaron el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos establecido por DIGESA del año 2007, y para la colecta de agua enfocada a la determinación e identificación de diatomeas bentónicas siguieron la metodología establecida por la Confederación Hidrográfica del Duero, donde concluyeron que la extracción de material pétreo en el tramo Caclic - Pedro Ruiz Gallo afecta negativamente a la calidad de agua en relación a parámetros como turbidez, fosfatos y alcalinidad, reduciendo su aptitud de uso para consumo humano y deteriorándola para el uso en riego de vegetales y bebida de animales. De igual manera, la comunidad de diatomeas se ve perturbada por la remoción del lecho rocoso y el aumento de turbiedad, lo que impide que haya una distribución equitativa de especies.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1.El agua**

El agua es un recurso abundante en la naturaleza, que constituye más del 70% de la superficie del planeta. A pesar de no tener sabor, usamos la expresión dulce para diferenciarla de las continentales y de las contenidas en los océanos. El agua dulce o continental es la que nos sirve para beber, conducir los desechos domésticos (desagües), abreviar el ganado, regar las plantas, generar energía hidroeléctrica, aprovechar recursos hidrobiológicos continentales, revisar procesos industriales y mineros, desarrollar actividades de recreación y para el transporte fluvial y lacustre ( Andalu Westreicher, 2016)

#### **a. Calidad del agua**

Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre lo que genera que las aguas dulces puedan presentar un elevado número de sustancias en su composición química natural. Entre los compuestos más comunes que se pueden encontrar en las aguas dulces están como constituyentes mayoritarios los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos, como constituyentes minoritarios los fosfatos y silicatos, metales como elementos traza y gases disueltos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. La composición química natural de las aguas puede verse alterada también por actividades humanas como la agrícolas, ganaderas e industriales, Estas incorporaciones ocasionan la degradación de la calidad del agua provocando diferentes efectos negativos como la modificación de los ecosistemas acuáticos, la destrucción de los recursos hidráulicos, riesgos para la salud, incremento del costo del tratamiento del agua para su uso, daño en instalaciones, etc. Las aguas contaminadas presentan compuestos diversos en función de su procedencia: pesticidas, tensoactivos, fenoles, aceites y grasas, metales pesados, etc. (Catalan, 2000).

## **b. Agua para uso agrícola**

El agua para el uso agrícola es el recurso hídrico imprescindible para el desarrollo de las plantas. El éxito de la agricultura bajo riego, depende en gran medida de la "Calidad del Agua", porque influye, modificando las características propias del suelo, así como en el rendimiento de los cultivos (Alvaro García, 2012).

Para interpretar la calidad de agua para riego, se utilizan una serie de parámetros que evalúan el posible riesgo de deterioro del suelo y la afectación que su uso pueda tener sobre la producción agrícola.

- Salinidad (Conductividad eléctrica (CE) o Sales Totales)
- Relación de adsorción de sodio (RAS).
- Aniones y cationes presentes, necesarios para reconocer cuál es la sal dominante en el agua evaluada (Ca, Mg, Na, K, Carbonatos, bicarbonatos, Cloruros, sulfatos y Nitratos).
- Misceláneos (Boro, pH, relación adsorción de sodio).

### **2.2.2. Monitoreo de la calidad del agua**

El monitoreo de la calidad del agua es la colección actual de información en ubicaciones específicas con intervalos regulares para conseguir la información necesaria para definir condiciones actuales y establecer tendencias, entre otros (Chapman, 1996).

La medición de variables fisicoquímicas es una buena herramienta de evaluación de la calidad del agua, pero analiza básicamente los efectos de la contaminación a corto plazo, los métodos biológicos son herramientas que evalúan las respuestas que ofrecen plantas y animales a la contaminación través de un tiempo más prolongado determinando los efectos ocasionados a los impactos en el ecosistema acuático (Vásquez et al, 2006).

### **2.2.3. Evaluación biológica de la calidad del agua**

La calidad biológica del agua nace al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos. El agua tiene características naturales que permiten desarrollar comunidades de organismos, los que presentarán adaptaciones evolutivas a condiciones ambientales, y límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas, límites de tolerancia que varían frente a una determinada alteración, se encuentran organismos "sensibles" que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como "intolerantes", mientras que otros, que son "tolerantes" no se ven afectados. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Del mismo modo, aun cuando la perturbación no sobrepase el umbral letal, los organismos intolerantes abandonan la zona alterada, con lo cual dejan espacio libre que puede ser colonizado por organismos tolerantes de modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación (Alba y Tercedor, 1996).

#### **a. Bioindicadores**

El bioindicador es aquel organismo que nos permite cuantificar y calificar el nivel y la evolución de la contaminación presente en un determinado ecosistema, gracias a su sensibilidad diferencial las diversas sustancias contaminantes. Entre los principales bioindicadores tenemos a las algas fitobentónicas, dentro de este grupo a las diatomeas, las cuales, gracias a una serie de características particulares las convierten en organismos idóneos para su uso como indicadores ecológicos (Arango et al, 2008).

La medición de variables fisicoquímicas es una buena herramienta de evaluación de la calidad del agua, pero analiza los efectos de la contaminación a corto plazo, los métodos biológicos evalúan las respuestas que ofrecen plantas y animales a la contaminación a través de un tiempo más prolongado (Vásquez et al, 2006).

#### 2.2.4. Diatomeas

Las diatomeas (*Bacillariophyceae*) son una clase de algas unicelulares microscópicas son uno de los más comunes tipos de fitoplancton. son productores dentro de la cadena alimenticia. Una característica especial de las diatomeas es el hecho de hallarse rodeadas por una pared celular de sílice gruesa de alta refracción bajo el microscopio de luz, dando a la célula una forma bien definida. Estas frústulas muestran una amplia variedad en su forma, pero generalmente consisten en dos partes asimétricas con una división entre ellas, se debe a esta característica el nombre del grupo. Las comunidades de diatomeas son una herramienta recurrentemente usada para la vigilancia de las condiciones ambientales, pasadas y presentes, son también usadas para el estudio de la calidad del agua. (Bellinger y Sigee, 2010).

Las diatomeas Se dividen en dos grandes grupos, diatomeas bentónicas las cuales viven en contacto con los sedimentos que se encuentran en el fondo de los ríos y diatomeas epilíticas que se encuentran adheridas a sustratos fijos en la superficie de los ríos (Wetzel, 2011), en la actualidad son empleadas como bioindicadores debido a que presentan las siguientes ventajas:

- Ubicuidad: las diatomeas pueden estar presentes en prácticamente todos los sistemas acuáticos, desarrollándose en una gran variedad de formas vitales (planctónicas, coloniales, etc.), por lo que pueden ser empleadas como bioindicadores virtualmente en todo ecosistema en el que el agua forme parte del biotopo.
- Cosmopolitanismo: la distribución de las diatomeas es prácticamente mundial, hallándose desde los polos hasta las regiones desérticas, tanto en aguas dulces como en mares, aguas salobres, termales e hipersalinas, bajo un amplio rango de condiciones ambientales.
- Bajo grado de endemismo: existe una gran mayoría de especies que aparecen con abundancia en todo el planeta, de forma que muchos índices diatomológicos tienen aplicabilidad universal, lo que permite estudios comparativos entre regiones diferentes, que en otros casos son inviables.

- Sensibilidad: las diatomeas, al formar parte de los productores primarios en los sistemas acuáticos, son altamente sensibles a los cambios en la naturaleza química del medio, en particular a la concentración de nutrientes (P, N, Si) y a la presencia de contaminantes. Al estar constantemente en contacto con el agua, reaccionan altamente específica a las alteraciones ambientales de los ecosistemas en los que se desarrollan.
- Diversidad: sólo en las aguas dulces existen decenas de miles de especies, subespecies, variedades y formas descritas, cada una de ellas con sus propios rangos de tolerancia frente a una gran variedad de factores ambientales.
- Precisión estadística: los índices diatomológicos más usuales se basan en la identificación de un mínimo de 400 individuos por muestra. Esto hace que el error cometido en la estimación de la composición de la comunidad sea inferior al 10% en todos los casos, lo que supone una mayor fiabilidad y precisión de estos métodos desde el punto de vista estadístico.
- Ciclos vitales: las diatomeas presentan ciclos vitales cortos y homogéneos y, al ser microorganismos unicelulares, se reproducen con rapidez en respuesta inmediata a eventuales cambios en condiciones del medio. La composición de la comunidad de diatomeas en cada punto integra, por tanto, la calidad biológica del agua durante determinados periodos de tiempo, y no sólo la condición puntual que reflejaría un análisis físico-químico.
- Facilidad de muestreo: las diatomeas pueden muestrearse en cualquier tramo fluvial, sobre una gran variedad de sustratos (sin que esto condicione significativamente la naturaleza de la comunidad de diatomeas) tanto naturales como artificiales, con un esfuerzo en tiempo y material mínimos.
- Facilidad de tratamiento, procesado y almacenaje: el tratamiento necesario para la obtención de preparaciones microscópicas es relativamente sencillo y barato.



- Estudios temporales: al contrario que otros organismos, las diatomeas, más específicamente los frústulos o cubiertas silíceas, sobre los que se basa su taxonomía, son prácticamente inalterables en el tiempo y se pueden recuperar en estado fósil o subfósil de estratos y sedimentos fluviales y lacustres.

## 1. Muestreo de diatomeas

Los materiales y reactivos necesarios para el muestreo de diatomeas: Equipos de muestro: equipos de protección personal, botas de jebes y guantes de látex; recolección de muestras, cepillo de diente duro, botes de plástico con tapa hermética, bolígrafo o rotulador. Reactivos fijadores: formaldehído tamponado necesarios para detener la división celular de las diatomeas y la descomposición de la materia orgánica.

### ▪ Procedimiento de muestreo

Se debe de seleccionar un segmento del río o del litoral del lago donde puedan encontrarse los sustratos adecuados para la toma de muestras. Debe tener unos 10 m de largo, aunque longitudes superiores podrían ser apropiadas dependiendo de la uniformidad física del río y de la disponibilidad de sustrato. Muestrear las comunidades (superficies parduzcas resbaladizas) que se desarrollen sobre sustratos duros estables situados en zonas sumergidas del lecho fluvial o del litoral de lagos como: rocas, piedras, y cantos rodados de un tamaño mínimo de 10 x 10 cm. En caso de no encontrarse este tipo de sustrato, se puede tomar la muestra en estructuras construidas por el hombre como pilares de puentes o paredes de infraestructuras hidráulicas (azudes, obras de defensa), siempre y cuando no estén hechos de madera, ya que la materia orgánica puede descomponerse favoreciendo la presencia de determinadas especies.

- Evitando muestrear sustratos procedentes de zonas muy sombreadas, a no ser que ésta sea la característica distintiva del punto a evaluar.

- Evitar tomar sustratos de zonas emergidas o que presumiblemente lo hubieran estado en algún momento reciente.
- Evitar tomas de sustratos en áreas demasiado cercanas a las orillas, y obtenerlas principalmente del punto medio del río, en zona de corriente.
- Evitar zonas debajo de puentes o recientemente afectadas por obras de ingeniería o de alteración de lecho fluvial.
- Evitar las pozas y los tramos de escasa corriente en las que suele haber deposición de limos y de detritos lo que limita la colonización de las diatomeas epilíticas; tampoco son recomendables las zonas de excesiva corriente (rápidos). (Vicente, de Hoyos, Sánchez, y Cambra, 2015).

## 2. Tratamiento previo a la observación microscópica

**Concentración de las muestras:** reposar las muestras 24 horas, como mínimo. Para que el material en suspensión sedimente y se acumule en el fondo del frasco; y retirar el sobrenadante con una pipeta. **Limpieza de diatomeas:** exponer la muestra a agentes oxidantes fuertes como peróxido de hidrógeno (110 vol.) es el más común y el más recomendado. **Elaboración de permanentes:** exponer la muestra a agentes oxidantes fuertes como peróxido de hidrógeno (110 vol.) es el más común y el más recomendado (Vicente, de Hoyos, Sánchez, y Cambra, 2015).

## 3. Identificación y recuento de diatomeas

Procesamiento analítico: Colocar la preparación en la platina del microscopio y anotar el número de muestra, nombre del río, localidad y fecha de muestreo; Seleccionar una buena posición de la preparación para empezar; Identificar las valvas presentes en el primer campo de visión utilizando un objetivo de 100x; Si una valva no puede identificarse, se recomienda obtener fotografías, describirse el taxón: la forma y dimensiones de la diatomea, densidad de estrías, forma y tamaño del área central; Una vez identificadas y contadas las valvas del primer campo, hay que moverse en un desplazamiento horizontal o vertical hasta un nuevo campo de visión; Al finalizar el recuento se retira la preparación de la platina y se limpia de aceite de inmersión.

Registro de datos, preparaciones y muestras: Las preparaciones de diatomeas se pueden guardar indefinidamente, hecho que permite revisar los resultados en el futuro. Por eso, es importante que las preparaciones se almacenen de forma correcta, Las preparaciones tienen que etiquetarse con un código que permita identificarlas inequívocamente en una base de datos que contenga otros datos de la localidad: coordenadas geográficas, datos químicos, hidrológicos, etc.

### **Protocolo de identificación, recuento e interpretación de diatomeas**

- Aspectos preliminares a la identificación: nivel taxonómico de identificación: se debe tener en cuenta los siguientes aspectos, la nomenclatura definitiva a usar debe establecerse antes de empezar el trabajo. Los autores de los nombres de los taxones deben citarse en todos los casos, ya que existen posibilidades de confusión en la nomenclatura.
- Determinación de la unidad de recuento: la unidad de recuento recomendada son las valvas (un frústulo entero = 2 unidades de recuento). Las diatomeas deben identificarse tanto en vistas valvares como en vistas pleurales (conectivas).
- Determinación del tamaño de muestra: para la aplicación de los índices de diatomeas se requieren recuentos de 400 valvas (mínimo).
- Preparación del microscopio: el ocular micrométrico debe calibrarse regularmente con un portaobjetos con escala micrométrica a una resolución de 1  $\mu\text{m}$ . El segundo ocular puede estar equipado con una rejilla para ayudar al recuento; ésta puede ser de distintas formas, pero lo importante es que permita seguir un criterio que impida contar dos veces una misma valva (Vicente et al, 2015).

### 2.2.5. Índice de Shanon - Wiener

Este índice da un reflejo de la variabilidad específica y relacionada de la riqueza de especies; por lo general se fundamenta en el hecho de que la diversidad de especies disminuye conforme aumenta la contaminación, los valores de diversidad suelen ser altos debido a la disponibilidad de nutrientes.

Se presenta normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5 (Zamora, 2009).

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum (p_i)(\ln p_i)$$

Donde:

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ).

Se halla de la siguiente manera:

$$p_i = n_i/N$$





Donde:

$n_i$  = número de individuos por especie.

$N$  = número total de individuos en la muestra.

$\ln p_i$  = Logaritmo natural de la abundancia relativa.

**Cuadro N° 1: Patrón de calidad de agua**

Índice de diversidad Shannon $H'$	CALIDAD DE AGUA	
3 - 4 bits cel <sup>-1</sup>	Contaminación imperceptible	
2 - 3 bits cel <sup>-1</sup>	Contaminación leve	
1 - 2 bits cel <sup>-1</sup>	Contaminación moderada	
0 - 1 bits cel <sup>-1</sup>	Contaminación severa	

Fuente: Lobo y Cobayasi (1990).

### 2.2.6. Parámetros físicoquímicos de importancia en la agricultura

- **Conductividad eléctrica**

Para la agricultura, según Bárbaro, Karlanian y Mata (2012), la conductividad eléctrica se utiliza para conocer los niveles de salinidad, ésta puede medirse del agua (líquido) como del suelo (sólido).

- **Temperatura del agua**

Para la agricultura el agua que esté a una buena temperatura, ayudará a que las raíces puedan absorber sin ningún problema los nutrientes que disueltos en el suelo; en cambio, si dicha temperatura no es la adecuada, enseguida se debilitaría, la temperatura es muy alta si alcanza los 55°C (Sánchez, 2012).

- **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno es vital para el desarrollo saludable de las raíces al ser órganos aeróbicos y éstas sólo se pueden tomar del oxígeno que está disuelto en agua, toda la actividad biológica que tiene lugar en la zona de la raíz, consume O<sub>2</sub> de manera continua, día y noche (Douglas, 2009).

- **Potencial de Hidrogeno (pH)**

El pH es una medida de la acidez (pH bajo = ácido) o alcalinidad (pH alto = básico o alcalino) del medio. El pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles (solubles o insolubles) para su absorción. Por tal motivo, los problemas nutritivos más comunes ocurren en los cultivos cuando el pH se encuentra fuera del rango óptimo (García, 2012).

- **Sólidos disueltos**

Empleado para estimar la concentración de sales disueltas en el agua (Monge Redondo, 2014).

- **Carbonatos y bicarbonatos**

Representa la concentración de alto contenido de carbonato (CO<sub>3</sub><sup>=</sup>) y bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), los que se combinan con Calcio y Magnesio precipitando en forma de carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>) o

carbonato magnésico ( $MgCO_3$ ), provocando la alcalinización y aumento del pH en el agua.

- **Cloruros**

La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a los diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas o de contaminantes domésticos, en particular de la orina del hombre y de los animales. (Garcia, 2012).

- **Nitratos**

La concentración de los nitratos en aguas superficiales se debe a diferentes orígenes, cuando la materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo y por disolución de rocas y de efluentes industriales llega a las fuentes de aguas. la principal fuente es la agricultura, donde se utilizan como componente de abonos y fertilizantes nitrogenados. (Barbaro, Karlanian y Mata, 2012)

- **Sulfatos**

Los sulfatos pueden tener su origen en que las aguas atraviesen terrenos ricos en yesos o a la contaminación con aguas residuales industriales, contribuyen a la salinidad del agua (Garcia, 2012).

- **Arsénico**

Es un metaloide presente en el agua debido principalmente a la actividad minera y muy rara vez por causas naturales. En concentraciones muy bajas; se encuentra en ciertos insecticidas y herbicidas, los que pueden contaminar artificialmente las aguas con dicho elemento (Castellón, Bernal, y Hernández, 2014).

- **Cadmio**

Es un metal, la presencia en el agua dependerá de la fuente donde proviene y la acidez del agua (Garcia, 2012).

- **Calcio**

El Calcio es un elemento químico que pertenece a los metales alcalino-térreos, tiene la función de impedir daños a la membrana celular, evitando el escape de sustancias intracelulares, cumpliendo

un papel estructural al mantener la integridad de la membrana (Sánchez, 2012).

- **Cobre**

Los minerales principales que sirven de fuente de obtención del cobre son los sulfuros de cobre como la calcocita, calcopirita, bornita, covelita. También se le puede encontrar como cobre nativo.

- **Hierro**

El Hierro es un metal extraordinariamente común y se encuentra en grandes cantidades en suelos y rocas. Sin embargo, debido a un número de complejas reacciones que se suceden de forma natural en el suelo, se pueden formar formas solubles de hierro que pueden contaminar cualquier agua que lo atraviese (Barbaro, Karlanian y Mata, 2012).

- **Magnesio**

Es muy abundante en la naturaleza, y se halla en cantidades importantes en muchos minerales rocosos, generalmente se encuentra en el agua de mar, salmueras subterráneas y lechos salinos (Sánchez, 2012).

- **Manganeso**

El Manganeso es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas (Castellanos, 2009)

- **Plomo**

El Plomo es un metal que tiene como fuentes naturales la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales de plomo y las emanaciones volcánicas, al liberarse al ambiente tiene un largo tiempo de residencia en comparación con la mayoría de los contaminantes. Como resultado tiende a acumularse en tierra y sedimentos. En condiciones normales no reacciona con el agua, pero al ponerse en contacto con aire húmedo, la reactividad con el agua aumenta (Sánchez, 2012).

- **Potasio**

El Potasio es un nutriente esencial para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Se considera segundo luego del nitrógeno, cuando se

trata de nutrientes que necesitan las plantas y es generalmente considerado como el "nutriente de calidad". El Potasio afecta la forma, tamaño, color y sabor de la planta y a otras medidas atribuidas a la calidad del producto (Douglas, 2009).

- **Zinc**

El Zinc es uno de los micronutrientes esenciales para las plantas, les es necesario en pequeñas cantidades. activa las enzimas responsables de la síntesis de ciertas proteínas. Es utilizado en la formación de clorofila y algunos carbohidratos, y en la conversión de almidones en azúcares; su presencia en el tejido foliar ayuda a las plantas a resistir las bajas temperaturas. Es fundamental en la formación de auxinas, mismas que coadyuvan a la regulación del desarrollo y a la elongación del tallo (Castellanos, 2009).

## **2.3. MARCO LEGAL**

- **Constitución Política del Perú:**

Artículo N° 02; toda persona tiene derecho a la paz, tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida

- **Ley General del Ambiente (Ley N°28611)**

Artículo N°01; del derecho y deber fundamental: toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Artículo N °90; del recurso agua continental: el Estado promueve el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del



ecosistema dónde se encuentran; regulan su asignación en función a los objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueven la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso.

- **Ley N° 29338: Ley de recursos hídricos** (publicada el 31 de marzo de 2009)

La presente ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del estado y los particulares en dicha gestión, la cual se basa en los principios de valoración del agua, prioridad en el acceso del agua, seguridad jurídica, respeto de los recursos del agua por las comunidades campesinas y nativas, sostenibilidad, descentralización, precaución, eficiencia, gestión integrada y tutela jurídica; para lo cual se ha creado el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, siendo la ANA el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa, la cual está confirmada por: Consejo Directivo, Jefatura, Tribunal de Resolución de Controversias Hídricas, Órganos de Apoyo, Órganos Desconcentrados denominados Autoridades Administrativas del Agua y Administradores Locales del Agua.

La retribución económica del agua se ha fijado para su uso, así como para su vertimiento, las tarifas han sido fijadas por la utilización de infraestructura hidráulica mayor y menor, por el servicio de monitoreo y por la gestión de las aguas subterráneas. Cabe mencionar que la presente ley derogó el Decreto Ley N° 17752. Ley General de Aguas y el Decreto Supremo 261-69-AP Reglamento de la Ley General de Aguas.

- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias**

El presente decreto supremo aprobó los estándares nacionales de calidad ambiental para agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en cuyos niveles de concentración no deberán representar riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Las categorías establecidas son las siguientes.

### **Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

- **Subcategoría A:** aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- **Subcategoría B:** aguas superficiales destinadas para recreación.

### **Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino costeras y Continentales**

- **Subcategoría C1:** extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino-costeras.
- **Subcategoría C2:** extracción y cultivos de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras.
- **Subcategoría C3:** otras actividades en aguas marino-costeras.
- **Subcategorías C4:** extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas.

### **Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales**

- **Subcategoría D1:** plantas de tallo bajo y alto.
- **Subcategoría D2:** bebidas de animales.

### **Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático**

- **Subcategoría E1:** lagunas y lagos.
- **Subcategoría E2:** ríos.
- **Subcategoría E3:** ecosistemas marinos costeros.

## **2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

- **Diatomeas Bentónicas:** Algas, diatomeas que viven en asociaciones a los sustratos naturales o artificiales sumergidos (no suspendidos en el seno del agua). (Catalan, 2000).
- **Biovolumen:** Expresión del volumen total que ocupa la biomasa algal, obtenido como el sumatorio de los volúmenes de todas las células que aparecen en el recuento, asimiladas a formas geométricas de fácil cubicación, o bien obtenido por técnicas de análisis de imagen. (Vicente et al, 2015).
- **Campo de recuento:** Área delimitada (cuadrícula o rejilla) en el campo de visión del microscopio que se usa para el recuento. Puede ser también todo

el campo óptico del microscopio (sin utilizar cuadrícula). . (Vicente et al, 2015).

- **Condiciones de referencia:** para cualquier masa de agua, las condiciones de referencia del tipo al que pertenecen son un estado ecológico, en el presente o en el pasado, donde los valores de los elementos hidromorfológicos, fisicoquímicos y biológicos corresponden a los que existen en ausencia de alteraciones antropogénicas o de escasa importancia. (Vicente et al, 2015).
- **DMA:** Directiva Marco del Agua, Directiva 2000/60/CE. Establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de políticas del agua. (Vicente et al, 2015).
- **Estado ecológico:** en el marco de aplicación de la DMA, se define como la expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales. (García, 2012).
- **Eutrofización:** aumento del número de algas y otros productores primarios como resultado del enriquecimiento de las masas de agua por nutrientes, de origen natural o antropogénico. (Vicente et al, 2015).
- **Fitobentos:** organismos fototróficos que viven asociados a cualquier sustrato en el fondo de los ecosistemas acuáticos. Incluye cianobacterias, algas microscópicas (microalgas), macroalgas y macrófitos. (Vicente et al, 2015).
- **Fitoplancton:** comunidad de microorganismos fotosintéticos (microalgas eucariotas y cianobacterias) que viven suspendidas en masas de agua. (Vicente et al, 2015).
- **Microscopio invertido:** microscopio óptico que presenta los objetivos situados bajo la platina, y la fuente de iluminación en posición superior; se usa para la determinación y recuento del fitoplancton. (Hugo, 1992).
- **Taxón:** categoría taxonómica, por ejemplo, género, familia, especie. (Vicente et al, 2015).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El río Mancos está situado en la parte central del Callejón de Huaylas, en la provincia de Yungay, distritos de Mancos y Yungay, al margen derecho del Río Santa. Este Nace del majestuoso Nevado Huascarán el cual que atraviesa de Este a Oeste para afluir Al Río Santa. (Mejia Angeles, 2014).

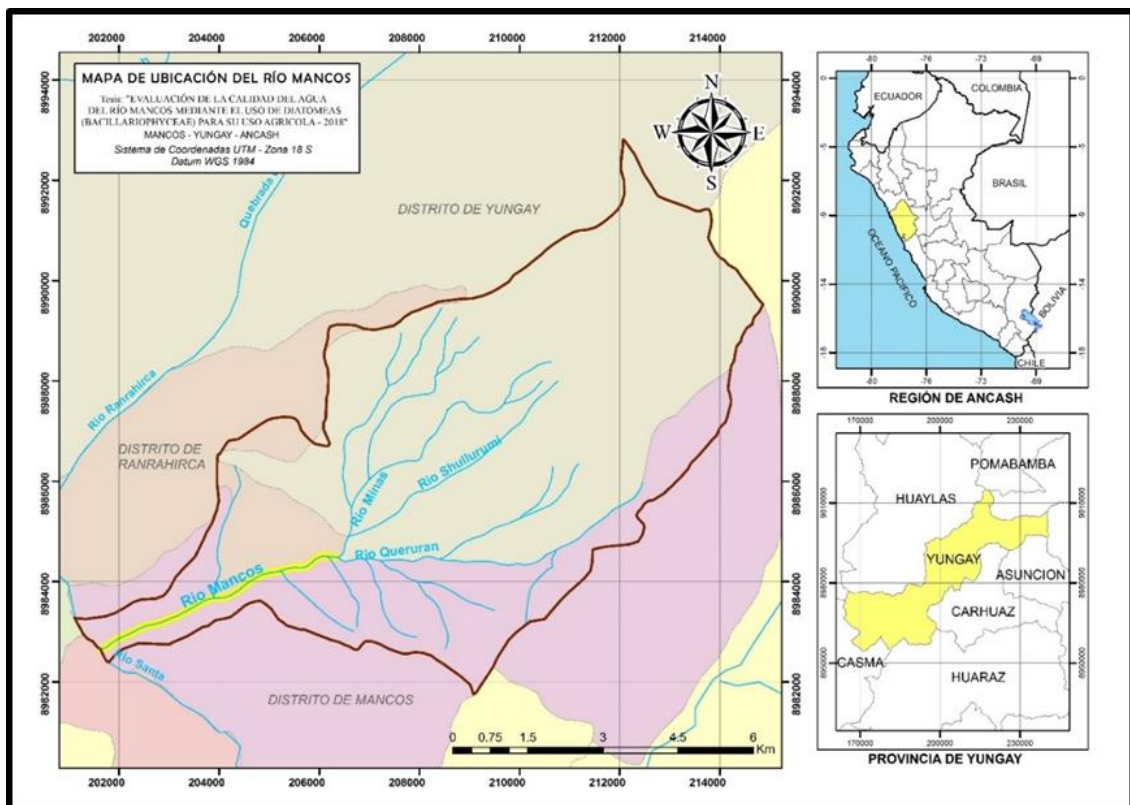


Imagen N° 1: mapa de ubicación del río Mancos

##### 3.1.1. Ámbito físico de la sub cuenca del río Mancos

- **Geografía**

El río Mancos discurre por una superficie de topografía heterogénea, montañosa y abrupta. Entre los 4000 y 2500 msnm., posee suelos fluvio-aluvionales, cubiertos por suelos coluviales originados principalmente por

deslizamientos y derrumbes. Hacia la parte media de la subcuenca, (por debajo de los 3 800 msnm), el relieve predominante es más accidentado, describiendo un perfil encañonado con fondo de valle fluvial rejuvenecido, en forma de “V”, con cauces angostos, de fuerte pendiente (Walsh, 2016).

- **Hidrología**

En la cabecera de la cuenca del río Mancos, se forman los ríos Shullurumi, Minas y Querurán que reciben sus aguas del hielo derretido de los campos de nieve del nevado Huascarán. Su descarga es controlada principalmente por las variaciones estacionales de temperaturas y de la cobertura nubosa (Mejía Angeles, 2014).

- **Clima**

La subcuenca del río Mancos presenta los siguientes climas:

*Clima semiárido y templado (2000 y 3200 msnm)*, precipitación promedio de 380 mm anuales. La temperatura promedio fluctúa entre 16 °C y 12 °C con una humedad relativa de 67 %. *Clima subhúmedo y frío (3200 a 3800 msnm)*, precipitación promedio 774.2 mm. Una temperatura promedio anual de 11.0 °C, oscilando sus valores mínimos entre 1.9 °C y 2.6 °C que provoca la ocurrencia de heladas intensas. Tiene una humedad relativa de 65 % a 67 %. *Clima muy húmedo y frígido (3800 a 4800 msnm)*, precipitación anual promedio de 900 mm a 800 mm. Las temperaturas son bajas y su promedio anual es de 6.6 °C en el día, en las noches llegan a niveles bajo cero, Posee también una humedad relativa promedio anual de 68 %. *Clima pluvial y gélido (sobre los 4800)*, precipitación promedio de unos 1000mm anuales, gran proporción de esta precipitación cae en estado sólido (granizo, nieve y neviza), con temperaturas de congelación casi permanentes entre los 7 °C y -18 °C (Valderrama et al, 2016).

- **Zonas de vida**

La subcuenca del Mancos presenta las siguientes zonas de vida:

*Estepa espinosa montano bajo (2000 y 3200 msnm.)* La vegetación natural está representada por gigantones, candelabros, tunas, tara, molle, sauce, carrizo, higuierillas, agaves, retamas, alisos, nogales, capulí y

gramíneas como el kikuyo. Entre los principales cultivos se puede citar al trigo, maíz, papa, arveja, lenteja, frutales diversos y pastos escasos que son aprovechados por el ganado vacuno y ovino. *Estepa montano y bosque húmedo montano (3200 a 3800 msnm)*, La vegetación natural está conformada por el agave, molle, retama y gramíneas. La actividad forestal es regular con eucaliptos, y en la mayoría de las quebradas se observa cierta vegetación de especies herbáceas arbustivas y arbóreas. En el nivel superior aparecen las praderas naturales de gramíneas forrajeras (pajonales), entre los principales cultivos se puede citar: papa, trigo, cebada, maíz, arveja, haba y olluco; *Páramo muy húmedo subandino (3800 a 4800 msnm)*, La vegetación está constituida casi exclusivamente por gramíneas de tipo forrajero que le da mayor valor económico a este sector. Además, en forma diseminada, especies arbustivas y/o arbóreas. Bosques aislados (principalmente de quenuales); *Tundra pluvial andino (sobre los 4800)*, Se desarrollan especies vegetales como hemcriptofíticas, almohadilladas o arrossetadas, entremezcladas con algunas gramíneas de desarrollo muy reducido (Valderrama et al, 2016).

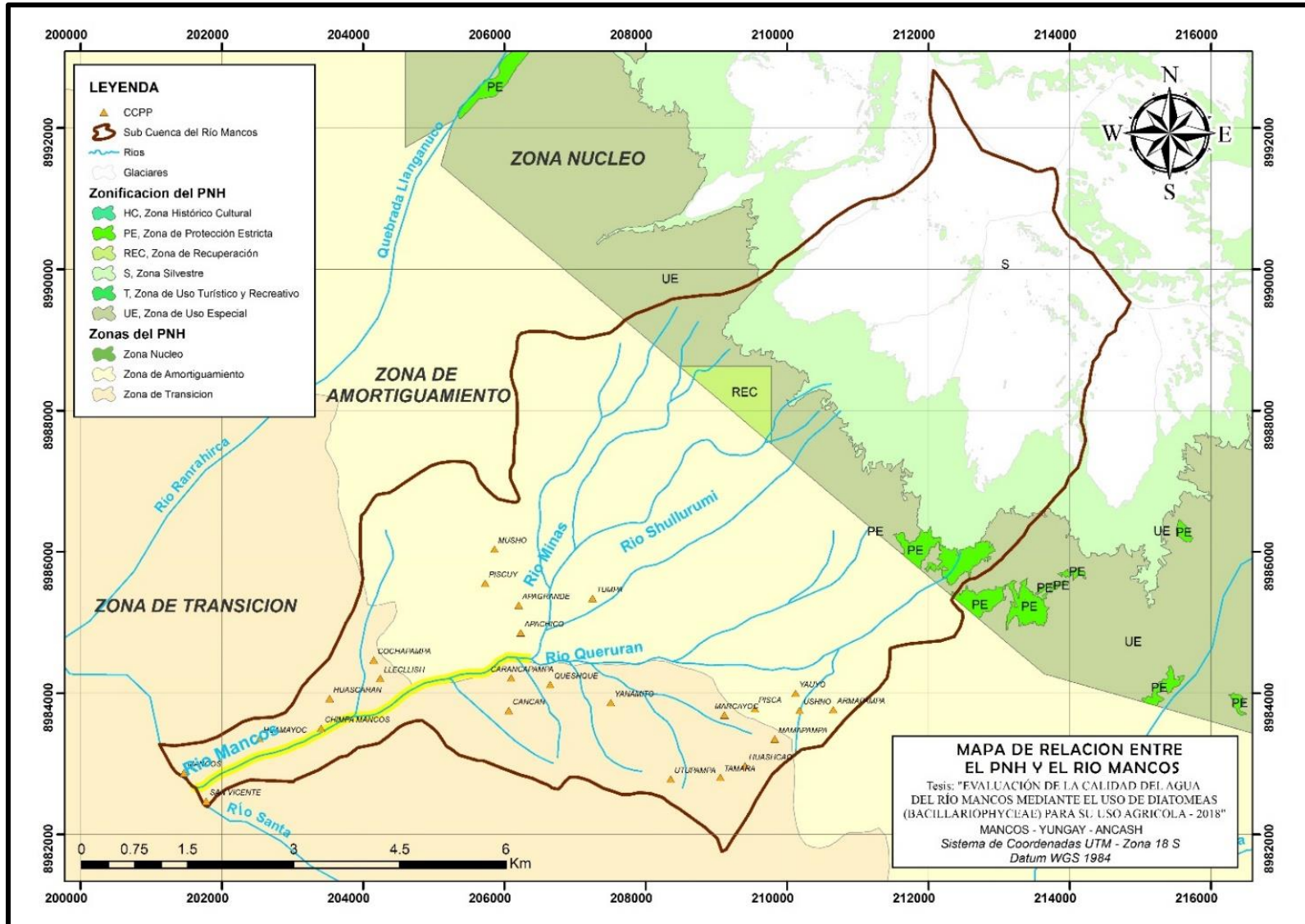


Imagen N° 1: Mapa de relación entre el Parque Nacional Huascarán y el río Mancos

### 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se empleó un solo grupo con pre y pos prueba o en línea, cuyo esquema es el siguiente:

$$M: 0_1 \rightarrow 0_2$$

Dónde: m = Muestra del río Mancos, 01 = estación de muestreo, 02 = estación de muestreo después del tratamiento, X = tratamiento

#### 3.2.1. Estación de muestreo

La recolección de las diatomeas elípticas (*Bacillariophyceae*) se realizó en tres (03) puntos de muestreo a lo largo del río Mancos, los que fueron georreferenciados según el sistema de coordenadas universal Transversal de Mercator (UTM) (Datum WGS84, Zona 18 Sur)

**Cuadro N° 2: Descripción de las estaciones de muestreo en el cauce principal del río Mancos**

Estación de muestreo	Coordenadas		Elevación (m.s.n.m.)	Zona	Ubicación
	Norte	Este			
P001	206293	8984400	2886	18S	Caserío de Apagrande
P002	204774	8984036	2722	18S	Caserío de Apachico
P003	202544	89843065	2550	18S	Caserío de Chimpamancos



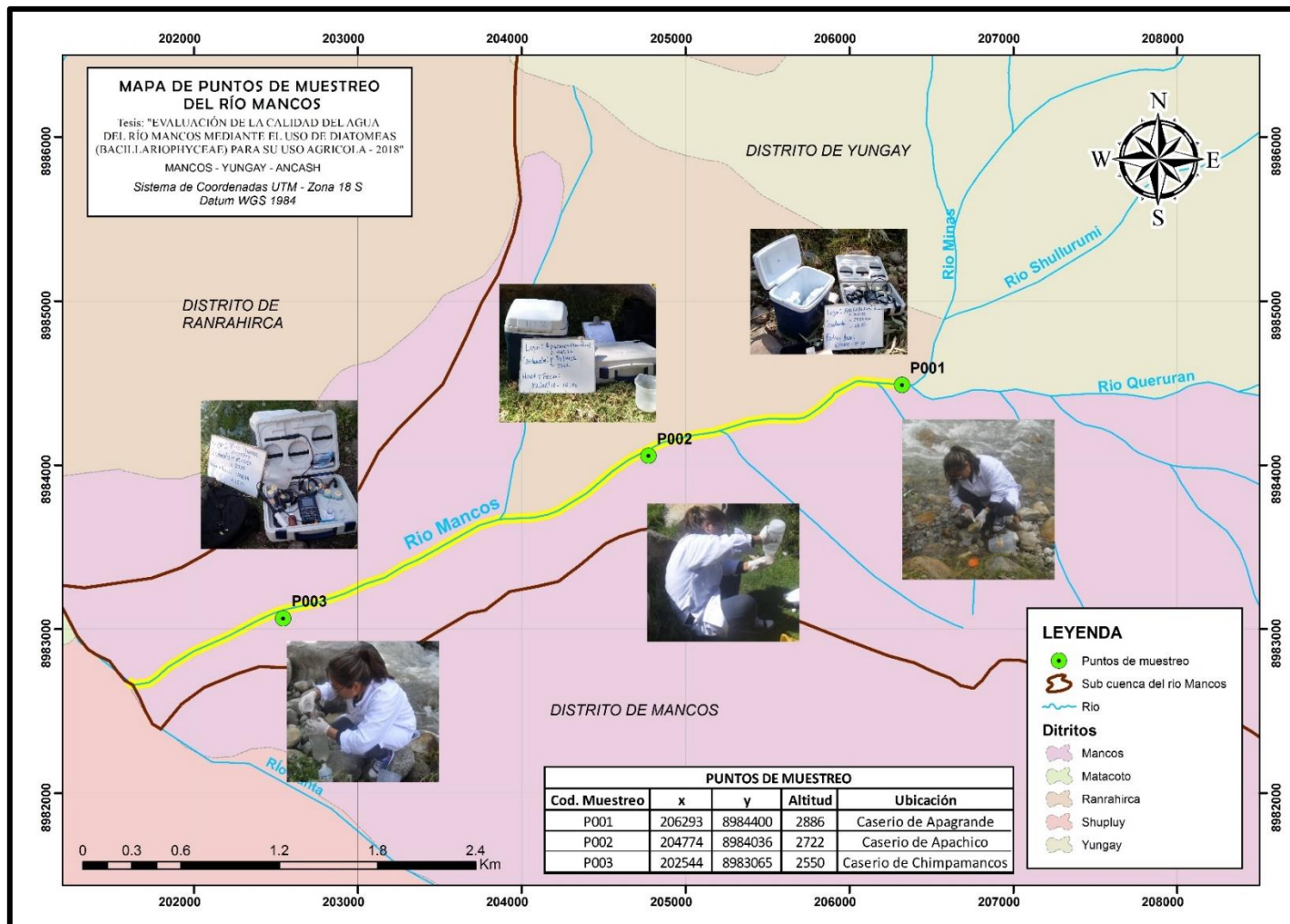


Imagen N° 2: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del río Mancos

### 3.2.2. Periodo de muestreo

El periodo de muestreo se dividió en 2 etapas determinadas a partir del calendario de lluvias. La primera correspondiente a la época de estiaje, el 12 de agosto de 2018; la segunda en correspondiente a la época de avenida, el 25 de noviembre del 2018.

## 3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

### 3.3.1. Trabajo de campo

#### 3.3.1.1. Recolección de diatomeas bentónicas:

En cada punto de muestreo se recolectaron de 5 a 10 piedras sumergidas de 10 - 20 cm (ubicadas en zonas bien iluminadas y con corriente constante). Las superficies de estas piedras fueron cepilladas en un área aproximada de 10 a 20 cm<sup>2</sup>, completando un área total de 100 cm<sup>2</sup>. La muestra de diatomeas contenida en los cepillos fue introducida en un frasco con tapa hermética que contenía 50 ml de agua de río, luego se procedió a realizar su etiquetado.

Se Tomó directamente y sin filtrar una muestra de 1000ml de agua en una botella de color transparente.

Para la conservación de las muestras se añadió 25ml y 250ml de Solución Tamponada de Formaldehido (HCHO) al 40% y procedió a guardar en un lugar oscuro y fresco del laboratorio (temperatura < 15°C).

Se prosiguió con el etiquetado de las muestras que incluyó el código identificador de muestreo, código de estación de muestreo (localización), la fecha de recolección, el sustrato del que procede y persona a cargo de la recolección.

Cálculo del volumen de Formaldehido (HCHO) al 40% empleado:

$$\begin{aligned}N1*V1 &= N2*V2 \\ 4%*V1 &= 5%*50\text{ml} \\ V1 &= 25\text{ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N1*V1 &= N2*V2 \\ 4\%*V1 &= 5\%*500\text{ml} \\ V1 &= 250\text{ml}\end{aligned}$$

### 3.3.1.2. Parámetros físicoquímicos del agua:

Para el muestreo se realizó primero la ubicación en las coordenadas UTM de cada punto de muestreo, luego se extrajo las muestras del agua según lo contemplado en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Agua y Recursos Hídricos (Resolución Jefatural N°010-2016- ANA).

Se tomaron muestras para medir la concentración de bicarbonatos, carbonatos, cloruros, sólidos totales, sulfatos, nitratos, arsénico, cadmio, calcio, cobre, cromo, hierro, magnesio, manganeso, plomo y zinc.

La medición de los parámetros de campo como temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y sólidos totales fue realizada a través de técnicas estandarizadas.

**Medición del caudal del agua del río:** la medición del caudal del río para la época de estiaje se realizó mediante el método del flotador, para lo cual se tomó la medida del ancho y profundidad del río, cada 0.4m, y se soltó la pelota que hizo un recorrido de 4.5 m en el río. El caudal se calculó mediante la siguiente fórmula:

El FC empleado fue de acuerdo al tipo de cause encontrado: riachuelos, profundidad del agua >15; FC=0.5

**Cuadro N° 3: Datos empleados para el cálculo del caudal del agua del río Mancos en época de estiaje**

ESPACIOS	METROS	PROFUNDIDAD	CANTIDAD (m)	ÁREA $(h_n \cdot (h_{n+1})) / 2$
e0	0.00	h0	0.00	0
e1	0.4	h1	0.09	0.058
e2	0.4	h2	0.10	0.072
e3	0.4	h3	0.13	0.082
e4	0.4	h4	0.14	0.064
e5	0.4	h5	0.09	0.066
e6	0.4	h6	0.12	0.068
e7	0.4	h7	0.11	0.082
e8	0.4	h8	0.15	0.066
e9	0.4	h9	0.09	0.418
e10	0.4	h10	1	0.236
e11	0.4	h11	0.09	0.054
e12	0.4	h12	0.09	0.066
e13	0.4	h13	0.12	0.064
e14	0.4	h14	0.1	0.38
e15	0.4	h15	0.9	0.18
e16	0.4	h16	0.0	0.36
ÁREA TOTAL				2.316
VOLUMEN				10.422

**Cuadro N° 4: Tiempo empleado por el flotador en recorrer un tramo de 4.5 m**

Tiempo	Segundos
T1	7
T2	8
T3	9
T4	8
T5	7
<b>Tiempo Promedio</b>	7.8

<b>Q= 40.6458</b>
-------------------

### 3.3.2. Trabajo de laboratorio (procesamiento de la muestra)

#### 3.3.2.1. Diatomeas bentónicas:

**Pre Tratamiento de la muestra: *Aclimatación de las muestras,***

Se sometió a las muestras a cubetas de sedimentación de 25ml de capacidad por un periodo de aclimatación promedio de 12 horas a

temperatura ambiente, para poder limitar las corrientes de convección y favorecer la distribución al azar del fitoplancton sedimentado en la muestra. **Homogeneización de la muestra**, se realizaron giros horizontales y verticales al frasco de 1 a 3 minutos para la resuspensión y separación de las partículas; **Preparación de la submuestra**, se llenó la cubeta de sedimentación con la muestra, luego se tapó con una pieza cuadrada de cristal, para evitar la formación de burbujas de aire y se dejó reposar las cubetas de sedimentación durante 2 días en un lugar sin luz y a temperatura ambiente;

**Proceso de recuento:** se empleó los siguientes equipos de laboratorio; **Microscopio invertido:** equipado con un condensador de apertura numérica (NA) de 0,5 objetivos con AN de 0.9, equipado con un micrómetro calibrado (uno de ellos) y con una retícula de recuento calibrada (el otro). **Cámara digital acoplada al microscopio, cámara o cubeta de sedimentación:** consiste en una columna vertical con una base a través de la cual el contenido puede ser observado con el microscopio invertido; **formularios**, para anotar el número de las especies; **guías de identificación**, adecuada al ámbito de estudio.

**Identificación:** se realizó mediante el apoyo de claves y guías. Fue necesario el apoyo de personal especializado con entrenamiento de varios años.

### 3.3.2.2. Parámetros físicoquímicos del agua:

El análisis de metales pesados se obtuvo mediante la aplicación del método ICP-Masa, lo que se llevó a cabo en el Laboratorio de calidad Ambiental (LCA-UNASAM).

### 3.3.3. Técnicas del procesamiento y análisis de datos:

Se utilizó programas de tratamiento estadístico de los datos obtenidos en campo y en el laboratorio, así como el uso de los Softwares: Microsoft Office 2016, Past, ArcGis 10.5, Google earth.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS**

##### **4.1.1. Composición taxonómica de diatomeas**

###### **a. P001: Primer punto de muestreo**

En el muestreo de diatomeas en el perifiton se encontró un total de 410 células/cm<sup>2</sup> en época de estiaje y 361 células /cm<sup>2</sup> en época de avenida (Ver cuadro N° 5)

Para las muestras tomadas directamente del agua se encontró una densidad de diatomea de 11840 células/L en época de estiaje y 10920 células/L en época de avenida (Ver cuadro N° 6)

**Cuadro N° 5: Taxonomía y densidad de las diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P001**

Punto de Muestreo	época de Muestreo	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Células/cm2	
P001	Época de Estiaje	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	13	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	25	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	21	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	40	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hannaea arcus</i>	37	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	30	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	72	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	30	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	45	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	50	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	25	
	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	22				
	Total								410
	Época de Avenida	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	11	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	21	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	20	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	35	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hannaea arcus</i>	33	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	29	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	53	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	32	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	39	
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia palea</i>		45		
<i>Cymbellales</i>				<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	23		
<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	20					
Total								361	

**Nota:** Recuento de perifiton por el Método de Sedgewick - Rafetr

La imagen N° 4 muestra el porcentaje de la densidad de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P001 del río Mancos, siendo la *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia obtusa* y *Gomphonema parvulum* las de mayor representatividad y la *Cocconeis placentula* la de menor representatividad.

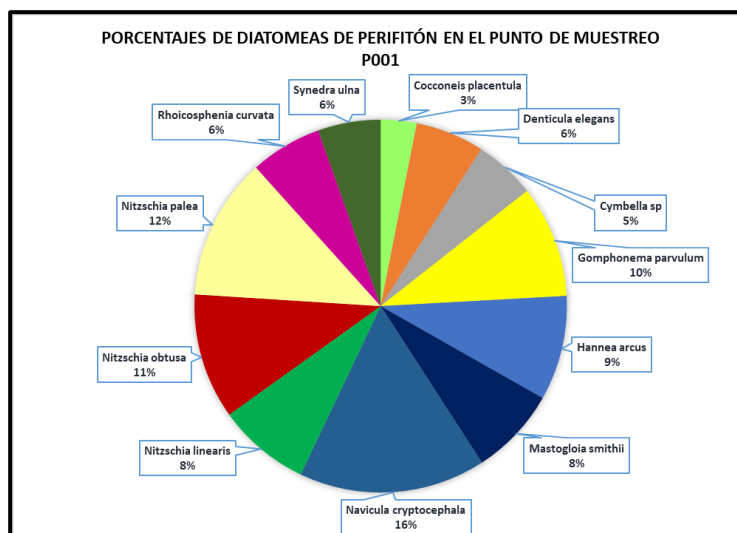


Imagen N° 3: Porcentaje de especies de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P001

La imagen N° 5 muestra que la densidad de diatomeas en perifiton en época de estiaje es mayor a la densidad de diatomeas en época de avenida en el punto de muestreo P001.

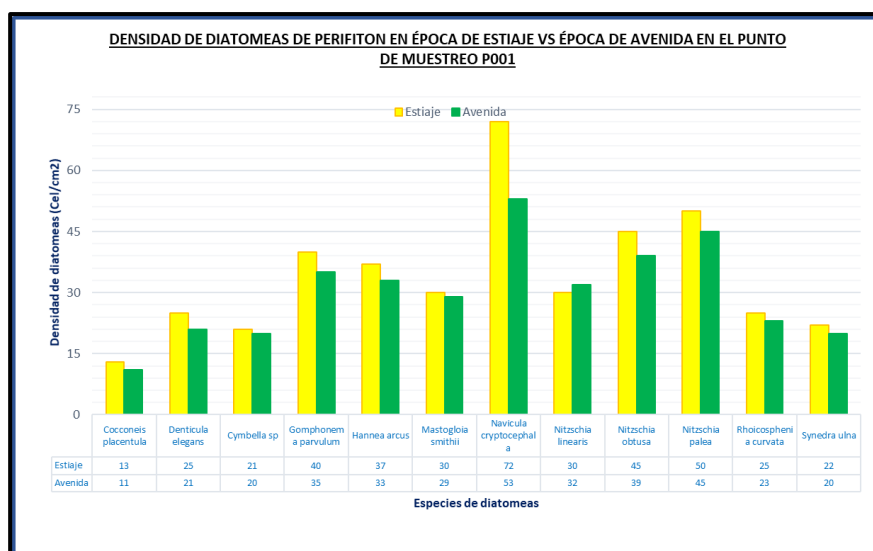


Imagen N° 4: Densidad de diatomeas de perifiton en época de estiaje vs Densidad de diatomeas de perifiton en época de avenida en el punto de muestreo P001

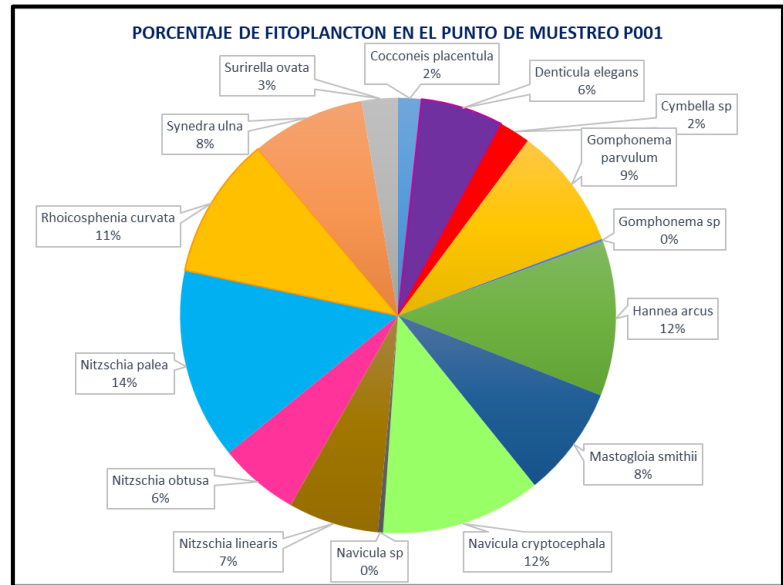


**Cuadro N° 6: Taxonomía y densidad de fitoplancton en el punto de muestreo P001**

Estación de Muestreo	época de Muestreo	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	(% Especie)	Densidad (Cel/L)	
E001	Época de estiaje	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	1.89	560	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	8.11	2400	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	2.97	880	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	12.43	3680	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hannaea arcus</i>	10.00	2960	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	8.38	2480	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	10.00	2960	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	7.30	2160	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	7.03	2080	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	15.41	4560	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	8.92	2640	
				<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	7.57	2240	
	<i>Total</i>								100	29600
	época de avenida	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	1.32	160	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	1.32	160	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	0.66	80	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	0.99	120	
							<i>Gomphonema sp</i>	0.66	80	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hannaea arcus</i>	15.18	1840	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	7.92	960	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	16.50	2000	
							<i>Navicula sp</i>	1.32	160	
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	5.28	640		
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	3.30	400		
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	11.22	1360		
<i>Cymbellales</i>				<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	14.52	1760		
<i>Fragilariales</i>				<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	10.56	1280		
<i>Surirellales</i>	<i>Surirellaceae</i>	<i>Surirella</i>	<i>Surirella ovata</i>	9.24	1120					
<i>Total</i>								100	12120	

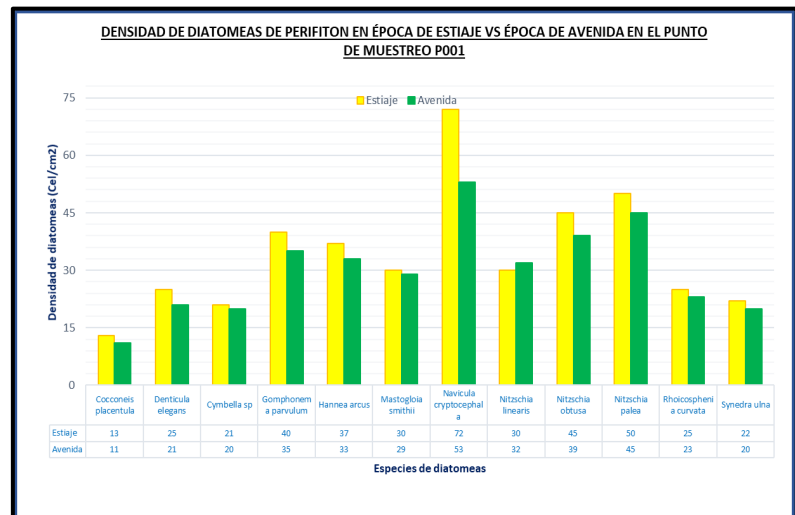
**Nota:** Recuento de fitoplancton por el Método de Utermöhl

La imagen N°6 muestra el porcentaje de fitoplancton en el punto de muestreo P001, siendo la *Nitzschia palea*, *Navicula cryptocephala*, *Hannea arcus* y *Rhoicosphenia curvata* las de mayor representatividad y la *Cocconeis placentula* la de menor representatividad.



**Imagen N° 5: Porcentaje de especies de fitoplancton en el punto de muestreo P001**

La imagen N°7 muestra que la densidad de fitoplancton en época de estiaje es mayor a la densidad de fitoplancton época de avenida en el punto de muestreo P001.



**Imagen N° 6: Densidad de fitoplancton en época de estiaje densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P001**

**b. P002: Segundo punto de muestreo**

En el muestreo de diatomeas en perifiton se encontró un total de 373 células/cm<sup>2</sup> en época de estiaje y 329 células /cm<sup>2</sup> en época de avenida (Ver cuadro N° 07).

Para las muestras tomadas directamente del agua se encontró densidad de diatomea de 12360 células/L en época de estiaje y 9651 células/L en época de avenida (Ver el cuadro N°08).

**Cuadro N° 7: Taxonomía y densidad de las diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P002**

Estación de Muestreo	época de Muestreo	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Células/cm2	
P002	Época de estiaje	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	11	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	21	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	19	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	35	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hannea arcus</i>	36	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	31	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	67	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	27	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	39	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	48	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	20	
	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	19				
	Total								373
	Época de avenida	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	10	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	25	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	18	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	35	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hannea arcus</i>	39	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	27	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	50	
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	28		
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	23		
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	41		
<i>Cymbellales</i>				<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	19		
<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	14					
Total								329	

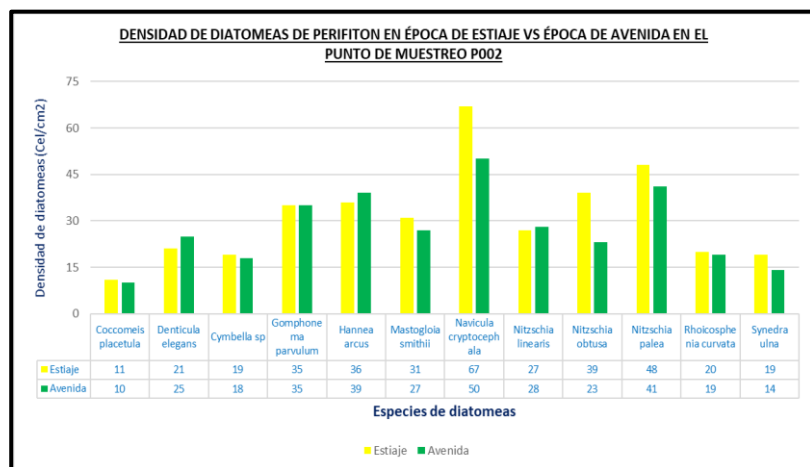
Nota: Recuento de perifiton por el método de Sedgewick – Rafetr

La Imagen N° 8 muestra el porcentaje de la densidad de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P002 del río Mancos, siendo la *Navicula cryptocephala*, *Hanea arcus*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, *obtusa* y *linearis* las de mayor representatividad y la *Cocconeis placetula* la de menor representatividad.



**Imagen N° 7: Porcentaje de especies de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P002**

La imagen N° 9 muestra que la densidad de diatomeas en perifiton en época de estiaje es mayor a la densidad de diatomeas en época de avenida en el punto de muestreo P002.



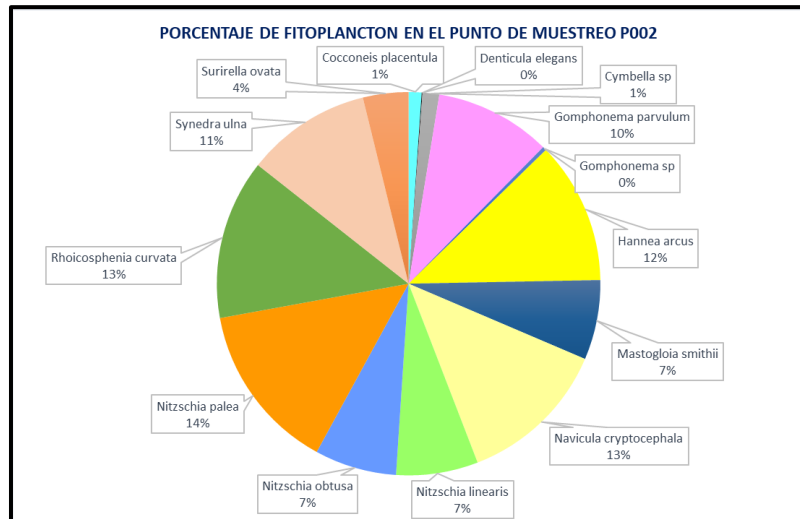
**Imagen N° 8. Densidad de diatomeas de perifiton en época de estiaje vs Densidad de diatomeas de perifiton en época de avenida en el punto de muestreo P002**

**Cuadro N° 8: Taxonomía y densidad de fitoplancton en el punto de muestreo P002**

Punto de Muestreo	época de Muestreo	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	(% Especie)	Densidad (Cel/L)	
P002	Época de estiaje	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis	Cocconeis placentula	1.942	240	
				Bacillariales	Bacillariaceae	Denticula	Denticula elegans	1.942	240	
				Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	Cymbella sp	0.000	0	
				Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema parvulum	12.945	1600	
				Licmophorales	Ulnariaceae	Hannaea	Hannaea arcus	8.414	1040	
				Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia	Mastogloia smithii	8.738	1080	
				Naviculales	Naviculaceae	Navicula	Navicula cryptocephala	11.650	1440	
				Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia linearis	9.061	1120	
				Bacillariales	Bacillariaceae		Nitzschia obtusa	7.767	960	
				Bacillariales	Bacillariaceae		Nitzschia palea	10.356	1280	
				Cymbellales	Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	Rhoicosphenia curvata	16.828	2080	
	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra	Synedra ulna	10.356	1280				
	Total								100	12360
	Época de avenida	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis	Cocconeis placentula	0.000	0	
				Bacillariales	Bacillariaceae	Denticula	Denticula elegans	0.292	15	
				Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	Cymbella sp	1.362	70	
				Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema parvulum	10.893	560	
							Gomphonema sp	1.381	71	
				Licmophorales	Ulnariaceae	Hannaea	Hannaea arcus	31.122	1600	
				Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia	Mastogloia smithii	7.781	400	
Naviculales				Naviculaceae	Navicula	Navicula cryptocephala	26.454	1360		
						Navicula sp	0.000	0		
Bacillariales				Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia linearis	7.781	400		
Bacillariales				Bacillariaceae		Nitzschia obtusa	10.893	560		
Bacillariales				Bacillariaceae		Nitzschia palea	35.791	1840		
Cymbellales				Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	Rhoicosphenia curvata	17.312	890		
Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra	Synedra ulna	20.230	1040					
Surirellales	Surirellaceae	Surirella	Surirella ovata	16.436	845					
Total								187.73	9651	

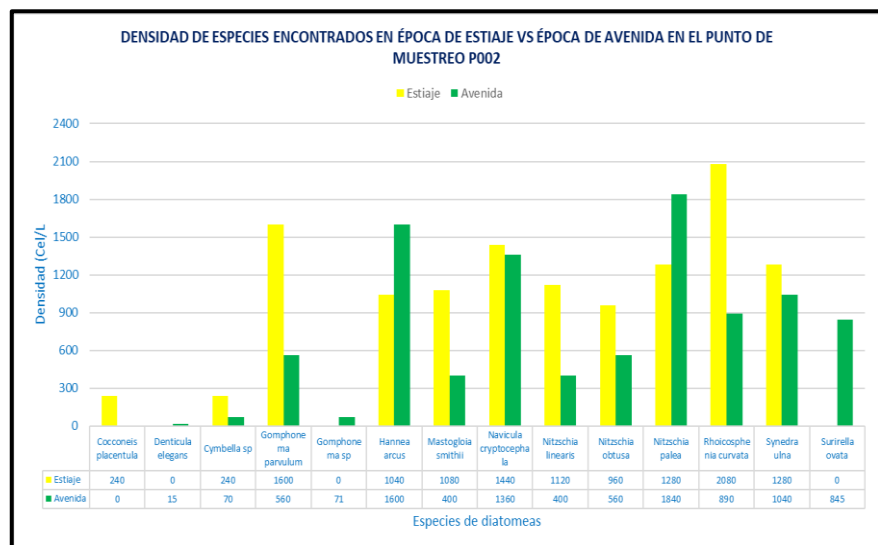
**Nota:** Recuento de fitoplancton por el Método de Utermoh

La imagen N° 10 muestra el porcentaje de fitoplancton en el punto de muestreo- P002, siendo la *Navicula cryptocephala*, *Hannea arcus*, *Rhoicosphenia curvata*, *Nitzschia palea* y *Synedra Ulna* las de mayor representatividad y el *Cocconeis placentula* la de menor representatividad.



**Imagen N° 9: Porcentaje de especies de fitoplancton en el punto de muestreo P002**

Imagen N°11 muestra que la densidad de fitoplancton en época de estiaje es mayor a la densidad de fitoplancton época de avenida en el punto de muestreo P002.



**Imagen N° 10: Densidad de fitoplancton en época de estiaje densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P002**

**c. P003: Tercer punto de muestreo**

En el muestreo de diatomeas en perifiton se encontró un total de 339 células/cm<sup>2</sup> en época de estiaje y 307 células /cm<sup>2</sup> en época de avenida (Ver Cuadro N° 9)

Para las muestras tomadas directamente del agua se encontró una densidad de diatomeas de 9760 células/L en época de estiaje y 5141 células/L en época de avenida (Ver Cuadro N° 10).

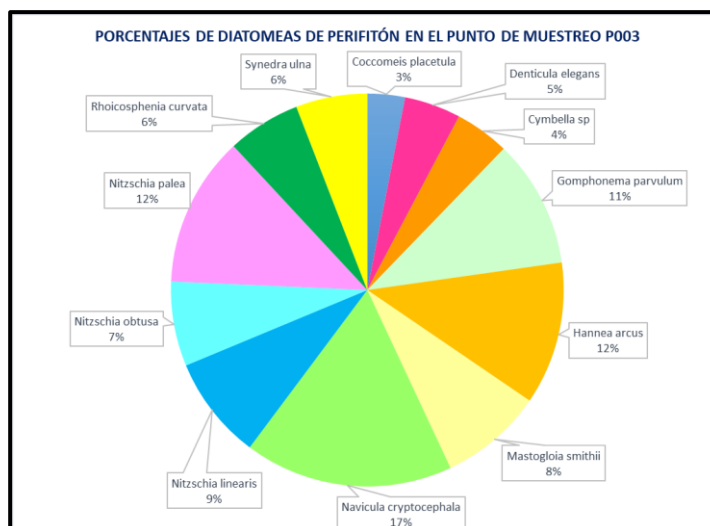


**Cuadro N° 9: Taxonomía y densidad de las diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P003**

Estación de Muestreo	época de Muestreo	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Células/cm2	
P003	Época de estiaje	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	10	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	20	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	15	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	34	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hanea arcus</i>	36	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	28	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	63	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	25	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	25	
				<i>Bacillariales</i>	<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	43	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	20	
	<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	20				
	Total								339
	época de avenida	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Cocconeidaceae</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula</i>	<b>10</b>	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Denticula</i>	<i>Denticula elegans</i>	<b>10</b>	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella sp</i>	14	
				<i>Cymbellales</i>	<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	34	
				<i>Licmophorales</i>	<i>Ulnariaceae</i>	<i>Hannaea</i>	<i>Hanea arcus</i>	40	
				<i>Mastogloiales</i>	<i>Mastogloiaceae</i>	<i>Mastogloia</i>	<i>Mastogloia smithii</i>	27	
				<i>Naviculales</i>	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>	48	
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia linearis</i>	30		
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia obtusa</i>	20		
<i>Bacillariales</i>				<i>Bacillariaceae</i>		<i>Nitzschia palea</i>	37		
<i>Cymbellales</i>				<i>Rhoicospheniaceae</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i>	19		
<i>Fragilariales</i>	<i>Fragilariaceae</i>	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>	18					
Total								307	

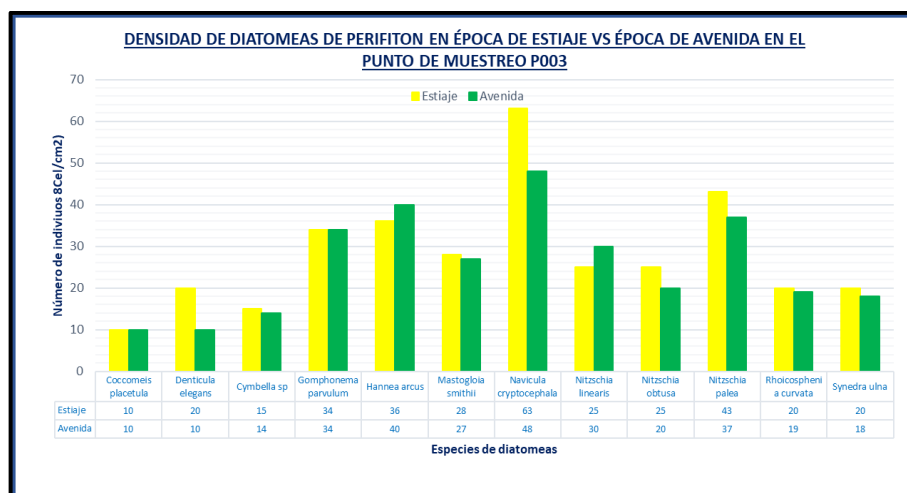
**Nota:** Recuento de perifiton por el método de Sedgewick - Rafetr

La imagen N° 12 muestra el porcentaje de la densidad de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P003 del río Mancos, siendo la *Navicula cryptocephala*, *Hannea arcus*, *Nitzschia palea* y *Gomphonema parvulum* las de mayor representatividad y la *Cocconeis placentula* la de menor representatividad.



**Imagen N° 11: Porcentaje de especies de diatomeas en perifiton en el punto de muestreo P003**

La imagen N°13 muestra que la densidad de diatomeas en perifiton es mayor a la densidad de diatomeas en época de avenida en el punto de muestreo P003.



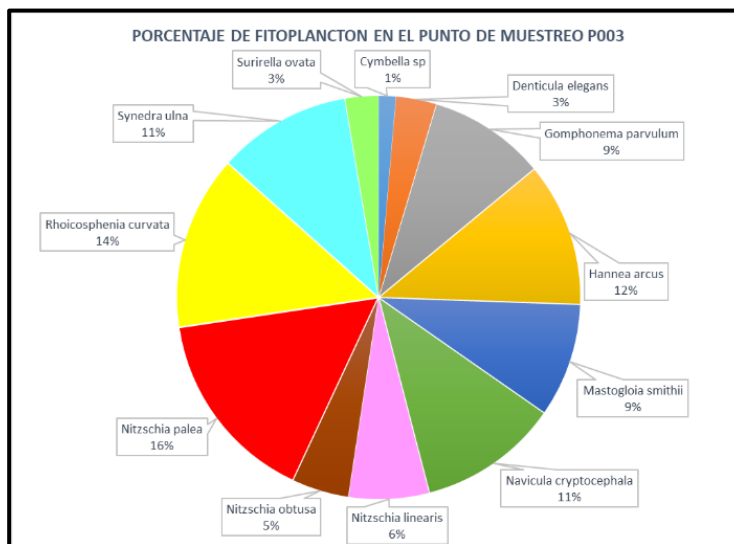
**Imagen N° 12: Densidad de diatomeas de perifiton en época de estiaje vs Densidad de diatomeas de perifiton en época de avenida en el punto de muestreo P003**

**Cuadro N° 10: Taxonomía y densidad de fitoplancton en el punto de muestreo P003**

Estación de Muestreo	época de Muestreo	División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	(% Especie)	Densidad (Cel/L)	
E003	Estiaje	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis	Cocconeis placentula	1.892	560	
				Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	Cymbella sp	2.973	880	
				Bacillariales	Bacillariaceae	Denticula	Denticula elegans	8.108	2400	
				Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema parvulum	12.432	3680	
				Licmophorales	Ulnariaceae	Hannaea	Hannea arcus	10	2960	
				Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia	Mastogloia smithii	8.378	2480	
				Naviculales	Naviculaceae	Navicula	Navicula cryptocephala	10	2960	
				Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia linearis	7.297	2160	
				Bacillariales	Bacillariaceae		Nitzschia obtusa	7.027	2080	
				Bacillariales	Bacillariaceae		Nitzschia palea	15.405	4560	
				Cymbellales	Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	Rhoicosphenia curvata	8.919	2640	
				Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra	Synedra ulna	7.568	2240	
	Total								100.00	29600
	Lluvia	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	Cymbella sp	1.667	80	
				Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema parvulum	5	240	
				Licmophorales	Ulnariaceae	Hannaea	Hannea arcus	10	480	
				Mastogloiales	Mastogloiaceae	Mastogloia	Mastogloia smithii	10	480	
				Naviculales	Naviculaceae	Navicula	Navicula cryptocephala	13.333	640	
				Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia linearis	5	240	
				Bacillariales	Bacillariaceae		Nitzschia obtusa	6.667	320	
Bacillariales				Bacillariaceae	Nitzschia palea		18.333	880		
Cymbellales				Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	Rhoicosphenia curvata	15	720		
Fragilariales				Fragilariaceae	Synedra	Synedra ulna	11.667	560		
Tabellariales				Tabellariaceae	Tabellaria	Tabellaria flocculosa	3.33	160		
Total								99.997	4800	

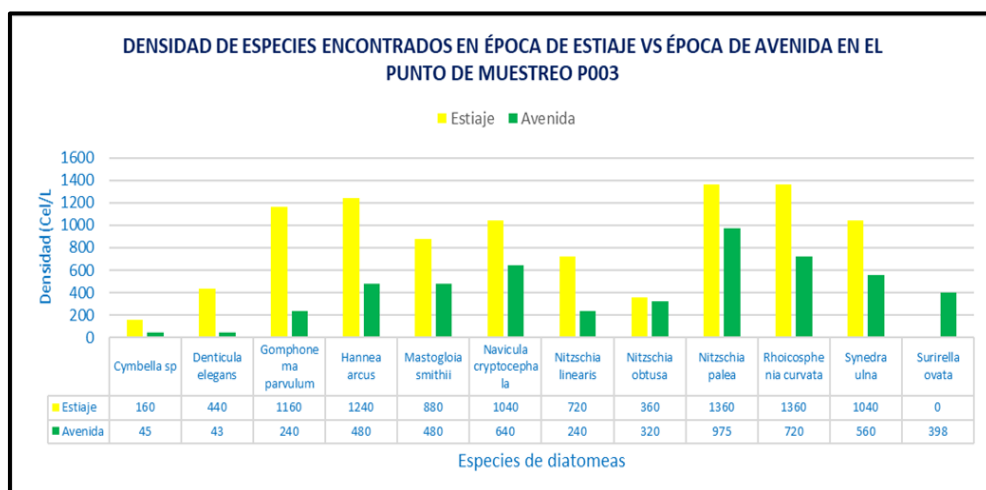
**Nota:** Recuento de fitoplancton por el Método de Utermöhl

La imagen N°14 muestra el porcentaje de fitoplancton en el punto de muestreo- P003, siendo la *Nitzschia palea*, *Rhoicosphenia curvata*, *Hannea arcus*, *Navicula cryptocephala*, y *Synedra ulna* las de mayor representatividad.



**Imagen N° 13: Porcentaje de especies de fitoplancton en el punto de muestreo P002**

La imagen N°15 muestra que la densidad de fitoplancton en época de estiaje es mayor a la densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P003.



**Imagen N° 14: Densidad de fitoplancton en época de estiaje y densidad de fitoplancton en época de avenida en el punto de muestreo P003**

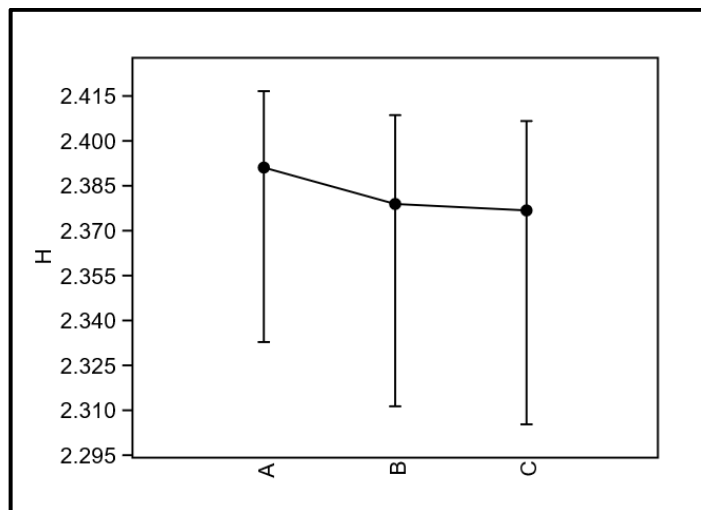
#### 4.1.2. Resultado del índice biótico “Shanon y Wiener”

Realizado el cálculo del índice de Shannon y Wiener para las diatomeas en perifiton presentes en el Río Mancos, se obtuvo como resultado los valores de 2.39 bits cel<sup>-1</sup>, 2.38 bits cel<sup>-1</sup> y 2.38 bits cel<sup>-1</sup> en los puntos de muestreo P001, P002 Y P003 respectivamente para época de estiaje y 2.412 bits cel<sup>-1</sup>, 2.398 bits cel<sup>-1</sup> y 2.376 bits cel<sup>-1</sup> en los puntos de muestreo P001, P002 Y P003 respectivamente para época avenida, valores que son indicadores que el agua del río Mancos presente contaminación leve al encontrarse en el rango de 2 a 3 bits cel<sup>-1</sup> como se muestra en las cuadro N° 11 y cuadro N° 12, imagen N° 16 e imagen N° 17).

**Cuadro N° 11: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon para diatomeas en el perifiton en época de estiaje**

Índices Biológicos	P001	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P002	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P003	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	Calidad del agua
Taxones	12			12						Contaminación leve
N° de individuos	410			373			339			
Índice de Shannon- H	2.39	2.33	2.42	2.38	2.31	2.41	2.38	2.31	2.41	

**Nota:** Cálculo a través del software Past

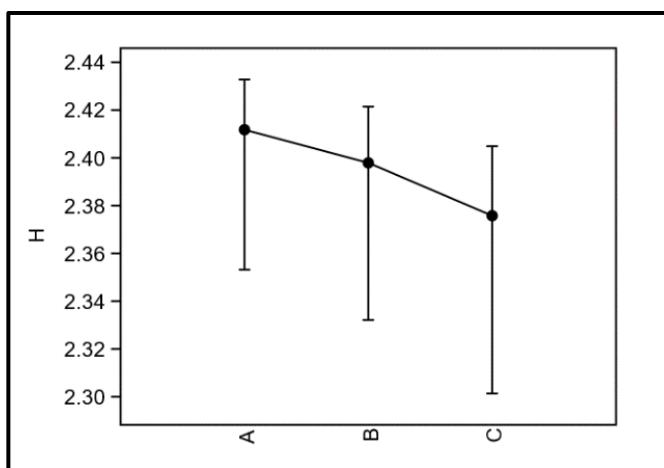


**Imagen N° 15: Varianza de los resultados aplicando el Índice el Shannon y Wiener a las diatomeas en perifiton en los tres puntos de muestreo en época de estiaje**

**Cuadro N° 12: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon para diatomeas en el perifiton en época de avenida**

Índices Biológicos	P001	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P002	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P003	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	Calidad del agua
Taxones	12			12			12			Contaminación leve
N° de individuos	361			329			307			
Índice de Shannon-H	2.412	2.353	2.433	2.398	2.332	2.423	2.376	2.301	2.405	

Nota: Cálculo a través del software Past



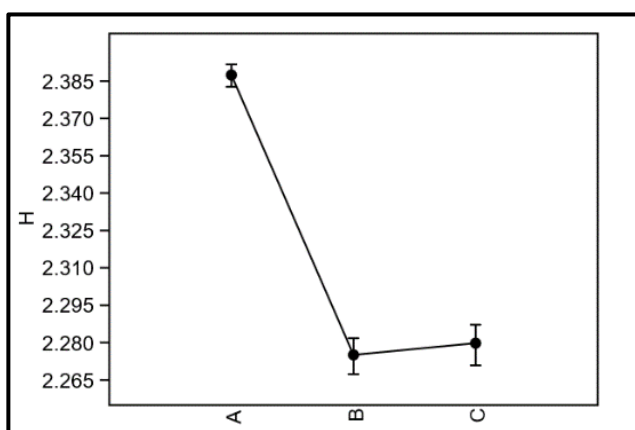
**Imagen N° 16: Varianza de los resultados aplicando el Índice el Shannon y Wiener a las diatomeas en perifiton de los tres puntos de muestreo en época de avenida**

Realizado el cálculo del índice de Shannon y Wiener para el fitoplancton presentes en el río Mancos, se obtuvo como resultado los valores de 2.387 bits cel<sup>-1</sup>, 2.275 bits cel<sup>-1</sup> y 2.28 bits cel<sup>-1</sup> en los puntos de muestreo P001, P002 Y P003 respectivamente para época de estiaje y 2. bits cel<sup>-1</sup>, 2.398 bits cel<sup>-1</sup> y 2.376 bits cel<sup>-1</sup> en los puntos de muestreo P001, P002 Y P003 respectivamente para época avenida, valores que son indicadores que el agua del río Mancos presenta contaminación leve al encontrarse en el rango de 2 a 3 bits cel<sup>-1</sup> como se muestra en los cuadros N° 13 y cuadro N° 14, imagen N° 18 e imagen N° 19).

**Cuadro N° 13: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon  
del fitoplancton en época de estiaje**

Índices Biológicos	P001	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P002	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P003	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	Calidad del agua
Taxones	12			11			11			Contaminación leve
N° de individuos	29600			12360			9760			
Índice de Shannon- H	2.387	2.383	2.392	2.275	2.267	2.282	2.28	2.271	2.287	

**Nota:** Cálculo a través del software Past

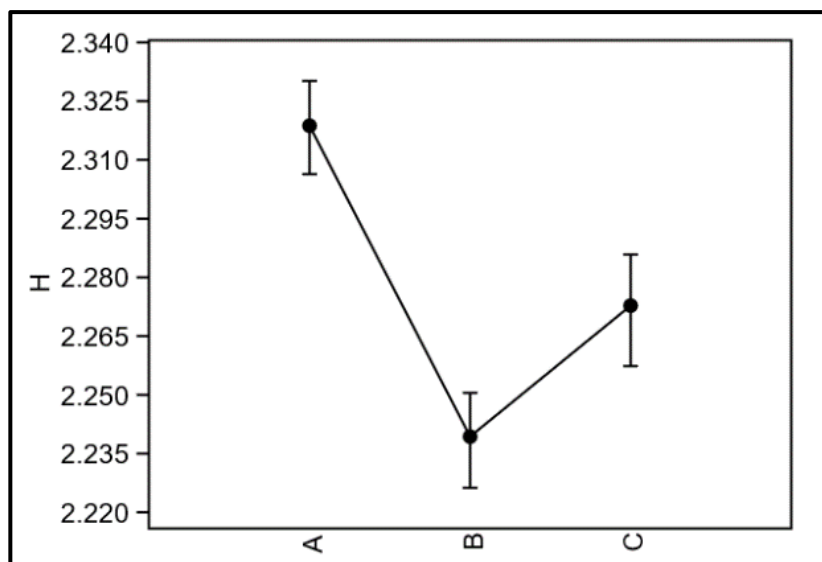


**Imagen N° 17: Gráfica de la varianza del Índice el Shannon y Wiener de diatomeas tomadas directamente del agua en los tres puntos de monitoreo en época de estiaje y los márgenes de error de cada punto muestreado**

**Cuadro N° 14: Resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon para diatomeas en el perifiton en época de avenida**

Índices Biológicos	P001	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P002	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	P003	Margen de error (Inferior)	Margen de error (Superior)	Calidad del agua
Taxones	15			13			12			Contaminación leve
N° de individuos	12120			9651			5141			
Índice de Shannon- H	2.319	2.306	2.33	2.239	2.226	2.25	2.273	2.257	2.286	

**Nota:** Cálculo a través del software Past



**Imagen N° 18: Gráfica de la varianza del Índice el Shannon y Wiener de diatomeas tomadas directamente del agua en los tres puntos de muestreo en época de avenida y los márgenes de error de cada punto muestreado.**

#### 4.1.3. Variables fisicoquímicas

En la Tabla N°15 figuran los resultados obtenidos de los parámetros físico- químicos y caudal de los tres puntos de muestreo del río Mancos, en épocas de avenida y estiaje, se puede observar que los valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por los Estándares de calidad Ambiental (ECA), categoría III: “Riego de vegetales y bebida de animales” a excepción de los cloruros que no llegan al nivel mínimo.



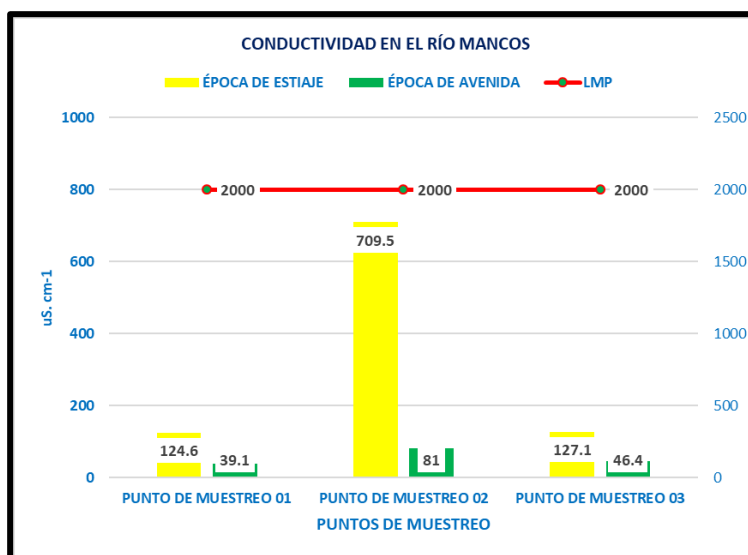
**Cuadro N° 15: Resultado del análisis de variables físico- químicos y metales en los tres puntos de muestreo del río Mancos**

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS ÉPOCA DE ESTIAJE			RESULTADOS ÉPOCA DE LLUVIA			LMP
		P001	P002	P003	P001	P002	P003	RIEGO DE VEGETALES
<b>Parámetros físico- Químicos</b>								
Conductividad (en laboratorio)	$\mu S. cm^{-1}$	124.6	709.5	127.1	39.1	81.0	46.4	2500
Temperatura (en campo)	°C	13.4	12	11.5	12.7	12.7	12.3	----
OD (en campo)	mg/l	7.34	7.67	7.92	7.27	7.80	7.52	>4
PH (en campo)		7.825	7.876	7.87	7.646	7.707	7.632	6.5 - 8.5
Sólidos Totales Disueltos (en campo)	mg/l	91	524	94	27	57	33	----
Bicarbonatos	$mg/l HCO_3^-$	42.75	193.8	45.13	13	27	25	518
Carbonatos	$mg/l CO_3^{=}$	<1	<1	<1	<1	<1	<1	5
Cloruros	$mg/l Cl^-$	3	5	2	<1	<1	<1	100 - 700
Nitratos	$mg/ NO_3^-$	5	9.9	4.8	<1.0	<1.0	<1.0	10
Sulfatos	$mg/l SO_4^{-2}S$	26	103	29	<25	<25	<25	300
<b>Metales</b>								
Arsénico	mg/l As	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.05
Cadmio	mg/l Cd	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005
Calcio	mg/l Ca	13.5	51.8	13.1	4.8	10.4	5.6	200
Cobre	mg/l Cu	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.2
Hierro	mg/l Fe	0.015	0.06	0.019	0.170	0.260	0.330	1
Magnesio	mg/l Mg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	150
Manganeso	mg/l Mn	<0.010	0.04	0.01	<0.010	<0.010	<0.010	0.2
Plomo	mg/l Pb	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.05
Potasio	mg/l k	<5.0	<5.0	<5.0				
Zinc	mg/l Zn	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.06	<0.05	2
<b>Caudal</b>								
Medición de flujo (Caudal)	l/s	46.0944			1366.5			-----

**Nota:** Estándares de Calidad Ambiental para el agua (ECA) categoría III, según lo establecido en el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM

## a) Conductividad

Cuando la conductividad sobrepasa los ECA para agua de riego, la presencia de sales en el agua es muy alta lo que dificulta a la planta la absorción de dicho líquido, exigiendo un mayor esfuerzo y causando daño (Antonio, 2018), en nuestro caso la conductividad en los puntos de muestreo P002 en época de estiaje y avenida alcanzaron los valores más altos, siendo éstos  $709.5 \text{ uS.cm}^{-1}$  y  $81 \text{ uS.cm}^{-1}$  respectivamente, los puntos P001 y P002 presentan valores menores como son de  $124.6 \text{ uS.cm}^{-1}$  y  $127.1 \text{ uS.cm}^{-1}$  en época de estiaje y  $39.1 \text{ uS.cm}^{-1}$ , y  $46.4 \text{ uS.cm}^{-1}$  en época de avenida, valores que se encuentran dentro de los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales al ser menores a  $2000 \text{ uS.cm}^{-1}$ .

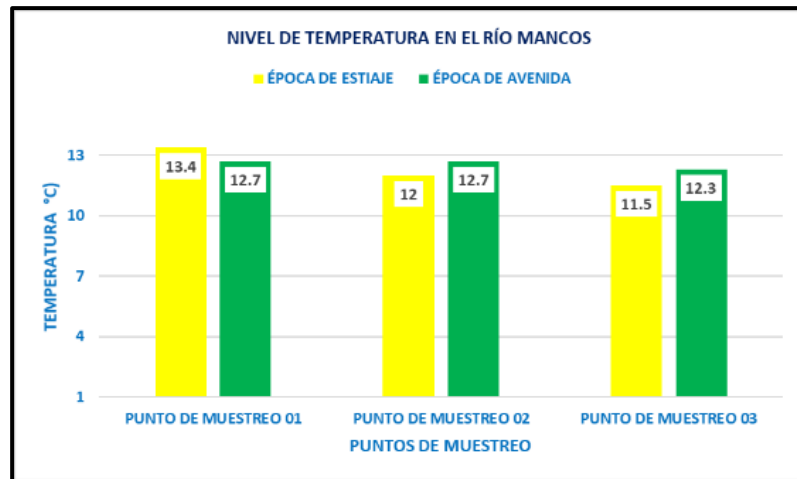


**Imagen N° 19: Conductividad del agua en los tres puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

## b) Temperatura del agua

Las temperaturas frías del agua causan que los nutrientes se disuelven con más lentitud, de modo que la raíz tiene más dificultades para conseguirlos. Si la temperatura es extrema, se produce un shock radicular y transpiración intensa en partes aéreas (hojas y tallos); Si la temperatura sobrepasa los 55 grados centígrados, incrementa la energía cinética de las moléculas, lo que provoca un aumento de la velocidad de las reacciones químicas que se producen en la planta, que lo podría llevar al colapso, lo cual favorece el ataque de plagas

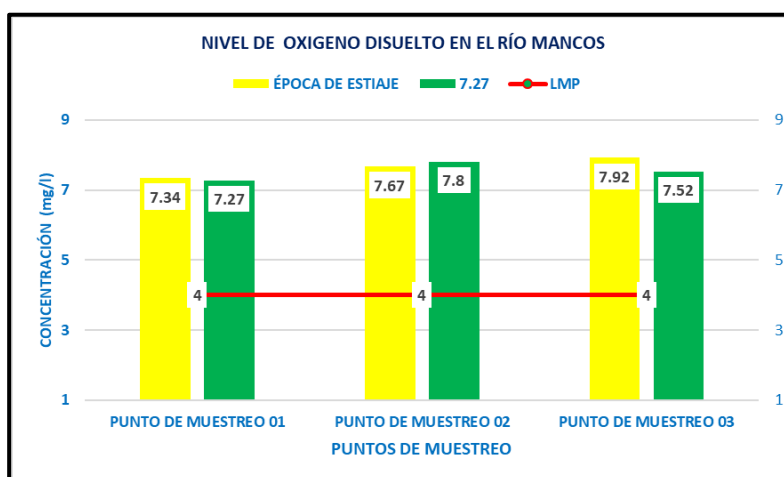
(Sánchez, 2012), en nuestro caso el comportamiento de la temperatura no fue muy variable al alcanzar los valores de 13.4°C, 12°C y 11.5°C en los puntos P001, P002 y P003 respectivamente en época de estiaje; y 12.7°C, 12.7°C, 12.3°C en los puntos P001, P002 y P003 en época de avenida, por lo que deducimos que no hay descargas industriales que puedan influenciar este parámetro de forma significativa.



**Imagen N° 20: Temperatura del agua en los tres puntos de muestreo del río Mancos**

**c) Oxígeno disuelto**

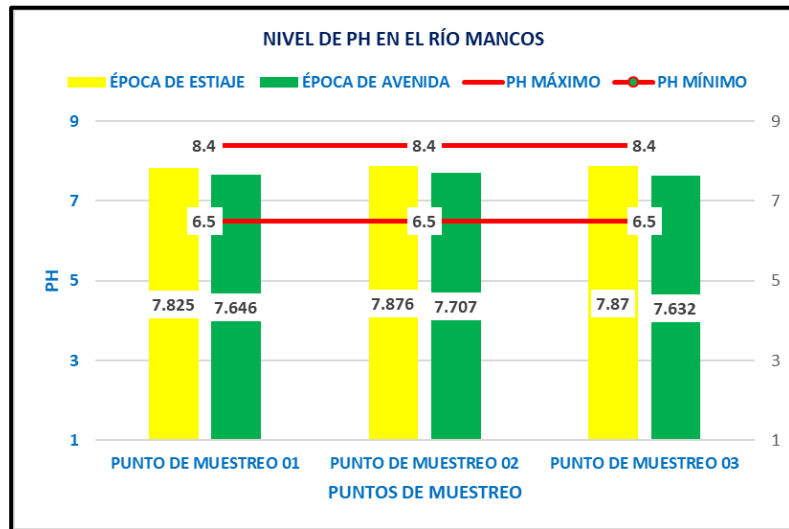
El oxígeno en cantidades óptimas, es necesario para la absorción eficiente de nutrientes suministrados al cultivo. Las raíces que crecen en un ambiente con bajas concentraciones de oxígeno sufren estrés y presentan un ritmo de actividad extremadamente bajo y, en consecuencia, baja absorción de nutrientes y de agua. Lo que se traduce en producción de pocos terminales nuevos en las raíces, las que no absorberán el calcio adecuadamente (riesgo de pudrición apical) ni otros nutrientes que podrían desembocar en problemas fisiológicos de maduración de fruto (Douglas, 2009). En nuestro caso, el comportamiento del oxígeno disuelto no es muy variable; en época de estiaje alcanzan valores de 7,34 mg/l, 7.67 mg/l, y 7.92 mg/l en los puntos de muestreo P001, P002, P003; en época de avenida 7,27 mg/l, 7.8 mg/l, 7.52 mg/l, en los puntos P001, P002 y P003. Valores que se encuentran dentro de los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales al ser mayor a 4mg/l.



**Imagen N° 21: Oxígeno Disuelto en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**d) Potencial de hidrógeno (pH)**

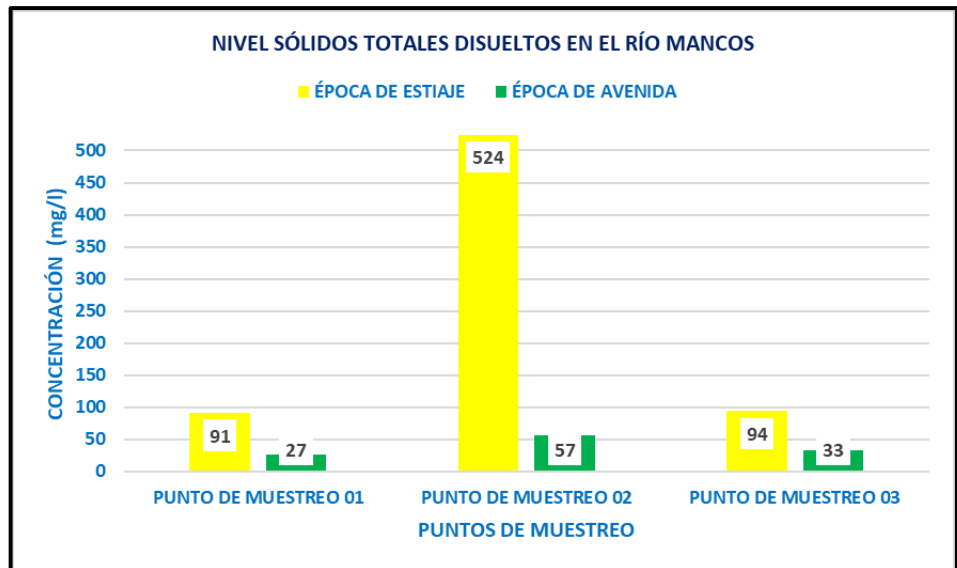
Al aumentar la acidez del suelo, la flora bacteriana se ve desplazada por el predominio de hongos, con lo que la nitrificación y otros procesos dependientes de la actividad bacteriana son afectados, así también correcta asimilación de nutrientes como fósforo, hierro y manganeso; al aumentar la alcalinidad del agua las plantas sufren de carencias de hierro y fósforo, ya que las aguas alcalinas impide que estos sean absorbidos por las raíces de las plantas al formar una capa de calcio que retiene el hierro y el fósforo, impidiendo la absorción de los mismos. En nuestro caso el comportamiento del pH no fue muy variable ya que en época de estiaje presenta valores de 7.825, 7.876 y 7.87 en los puntos P001, p002 y P003 y en época de estiaje 7.646, 7.707 y 7.632 en los puntos P001, p002 y P003. Valores que se encuentran dentro de los ECA para agua, Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales al estar en el rango de 6.5 y 8.4 como ésta indica.



**Imagen N° 22: pH en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**e) Sólidos disueltos**

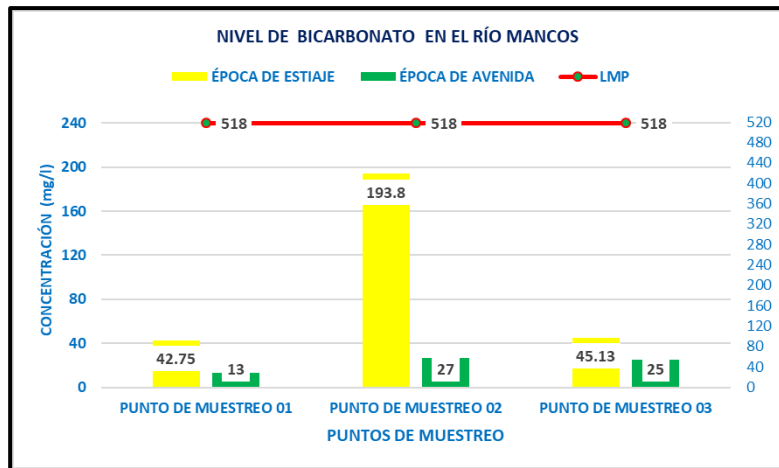
Indicador de la presencia de sales en el agua, sus efectos en la agricultura son similares a la conductividad eléctrica (García, 2012); En nuestro caso el comportamiento de los sólidos disueltos sigue el patrón de la conductividad, es variable en época de estiaje en el punto de muestreo P002 dónde alcanza un valor de 524mg/l, mientras en el punto P001 y P003 tienen valores de 91 mg/l y 94 mg/l, en época de avenida alcanza valores 27mg/l, 57mg/l, y 33 mg/. en los puntos P001, P002 y P003.



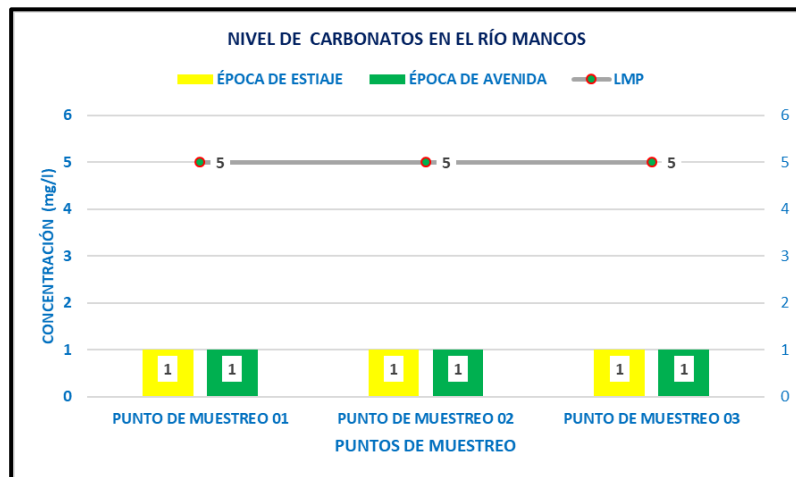
**Imagen N° 23: Nivel de sólidos totales disueltos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**f) Carbonatos y bicarbonatos**

El riego con agua con concentraciones altas de carbonatos y bicarbonatos, implica la acumulación de éstas sobre las capas superficiales de suelo con la consecuente alcalinización y disminución de su fertilidad, hasta el punto de hacerlos improductivos (García, 2012). En nuestro caso el comportamiento del bicarbonato fue muy variable en época de estiaje en el punto de muestreo P002 dónde alcanza un valor de 193.8mg/l, mientras en el punto P001 y P003 tienen valores de 42.75 mg/l y 45.13 mg/l, en época de avenida no son muy variables y tienen valores 13mg/l en P001, 27mg/l en P002, y 25 mg/l en P003; Las concentraciones de carbonato son menores a 1mg/l en época de estiaje y avenida. Las concentraciones del bicarbonato y carbonato valores que se encuentran dentro del ECA de aguas Categoría III, Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 24: Nivel de Bicarbonatos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

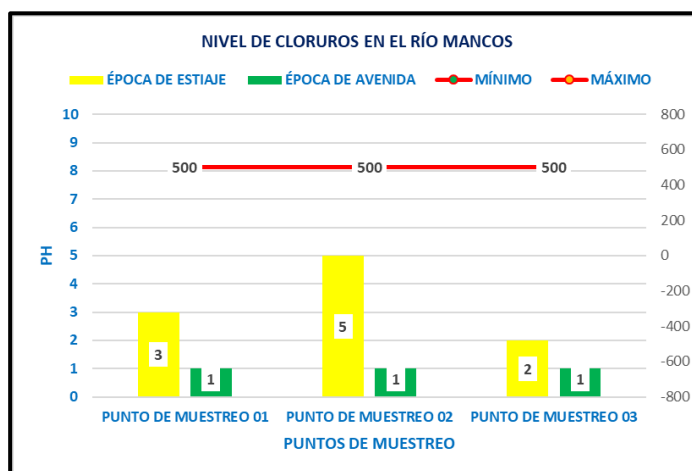


**Imagen N° 25: Nivel de Carbonatos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**g) Cloruros**

Los cloruros son los más peligrosos y su toxicidad se presenta en los agrios en forma de quemaduras en las hojas, si su concentración es excesiva produce necrosis que a menudo es acompañado por defoliación, el exceso de cloruros dificulta la absorción del nitrógeno y fósforo (García, 2012). En nuestro caso, el cloruro presentó valores muy bajos, en los puntos de muestreo P001 es de 3mg/l, P002 es de 5mg/l y P003 es de 2mg/l, en época de estiaje, mientras en época de avenida los valores son menores a > 1 mg/l.

Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.

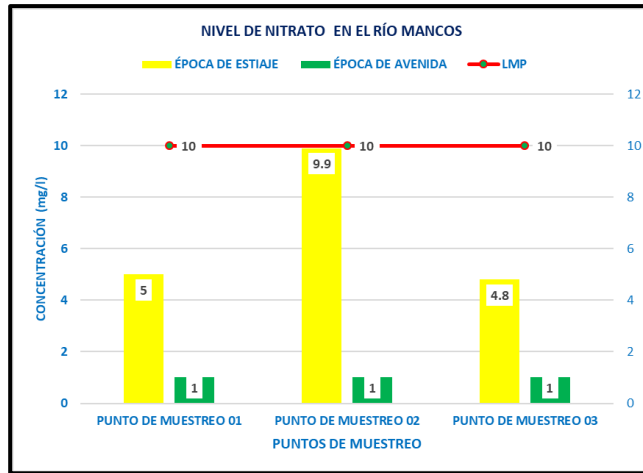


**Imagen N° 26: Nivel Cloruros en los puntos los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

#### h) Nitratos

A elevadas concentraciones de Nitrógeno el cultivo aumenta de tamaño, y disminuye el azúcar en su contenido y pureza, los excesos de nitrógeno prolongan su periodo vegetativo al mismo tiempo que disminuyen su producción, como consecuencia las cosechas son menores y las frutas tienden a una maduración tardía (García, 2012). En nuestro caso la contracción de nitrato alcanza su nivel máximo en el punto de muestreo P002 con un valor de 9.9mg/l, en P002 y P003 presentan 5 y 4.8mg/l respectivamente en época de estiaje, en época de avenida los valores son menores a > 1 mg/l. Valores que se encuentra dentro del ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.

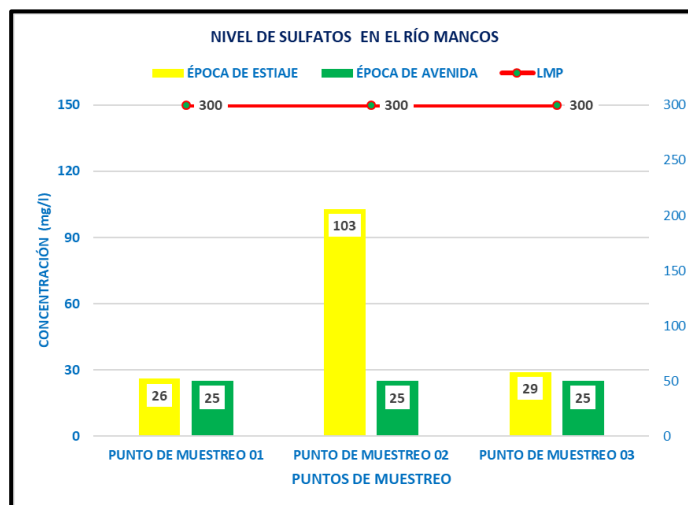




**Imagen N° 27: Nivel de Nitratos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**i) Sulfatos**

Los sulfatos limitan la absorción del calcio y, sin embargo, facilitan la de sodio, en altas concentraciones las hojas presentan quemaduras en los bordes (Castellón, Bernal, y Hernández, 2014). El comportamiento del sulfato es muy variable en el P002 donde alcanza un valor de 103 mg/l mientras en los puntos de muestreo P001 y P003 es de 26mg/l y 29mg/l, en época de estiaje, mientras en época de avenida los valores en los P001, P002 y P003 son menores a 25mg/l. Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 28: Nivel Sulfatos en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

## j) Arsénico

El Arsénico es fácilmente absorbido y bioacumulable por las plantas, al continuar con la cadena trófica y acumularse en organismos como animales y personas producir intoxicación crónica. Sus síntomas son depresión, pérdida de apetito, debilidad, temblores, convulsiones, diarreas, gastroenteritis hemorrágica, y constipación crónica (García, 2012). En nuestro caso el Arsénico presenta valores bajos, en los puntos de muestreo P001, P002 y P003, ya que todos los valores detectados son menores a 0,01mg/l tanto en época de estiaje y avenida. Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.

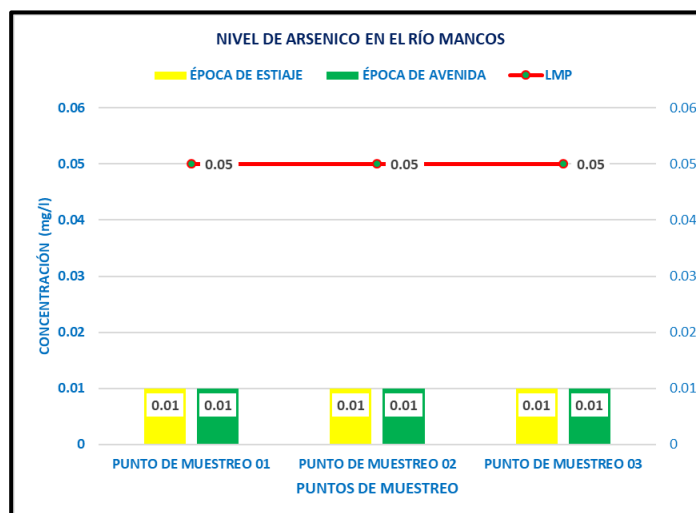
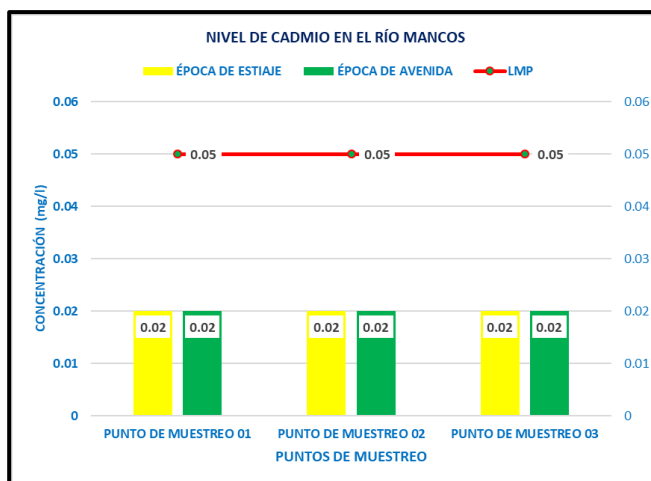


Imagen N° 29: Nivel de Arsénico en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III

## k) Cadmio

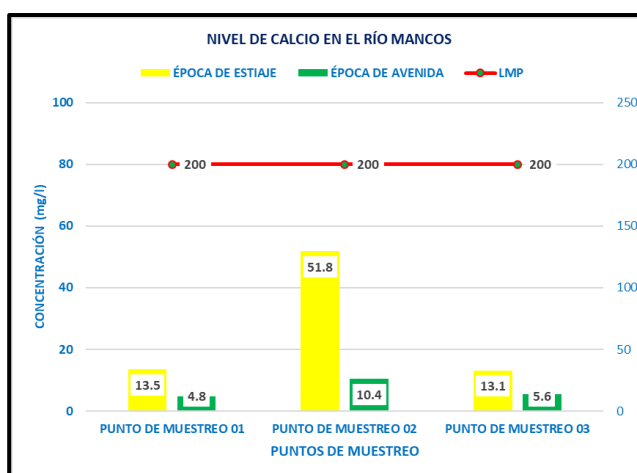
El Cadmio no tiene funciones bioquímicas y nutricionales, y es altamente tóxico tanto para plantas como animales ya que lo absorben eficazmente y lo concentran dentro de sus tejidos (García, 2012). En nuestro caso el Cadmio presenta valores menores a 0,002mg/l en los puntos de muestreo P001, P002 y P003, en época de estiaje y avenida. Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales al ser menores que 0.005 mg/l.



**Imagen N° 30: Nivel Cadmio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

### I) Calcio

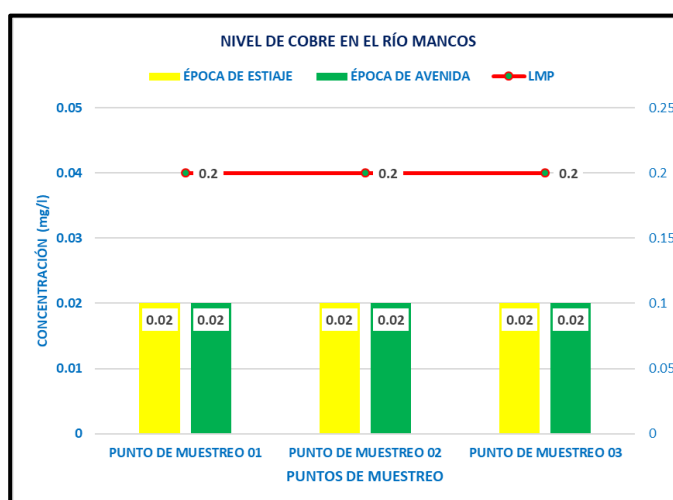
El exceso de Calcio se puede asociar a pH alcalino, el cual produce deficiencias de hierro, las deficiencias de calcio causan atrofia del sistema radical, también inhibe la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico (Sánchez, 2012). En nuestro caso la concentración de Calcio fue muy variable en el punto P002 donde alcanza un valor de 61.8 mg/l mientras en los puntos de muestreo P001 y P003 es de 13.5mg/l y 13.1mg/l, en época de estiaje, mientras que en época de avenida los valores en los P001, P002 y P003 fueron 4.8mg/l, 10.4mg/l y 5.6mg/l respectivamente. Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 31: Nivel Calcio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

### m) Cobre

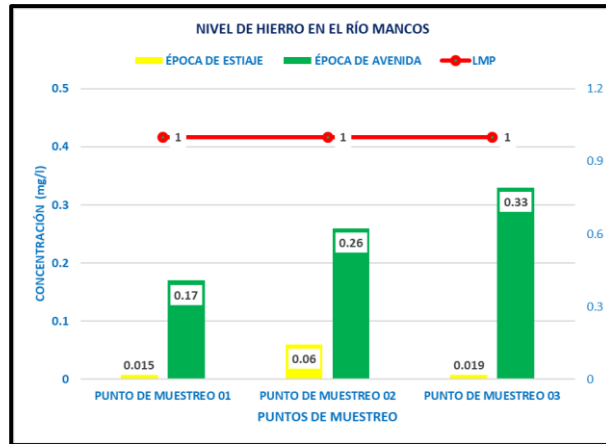
Los síntomas de toxicidad por Cobre tienen que ver con un menor crecimiento de la raíz principal por muerte del meristema apical de la raíz principal, estimulación de la formación de raíces secundarias y posterior inhibición del meristema apical de las raíces secundarias. En nuestro caso la concentración de Cobre en los puntos de muestreo P001, P002 y P003, en época de estiaje y avenida presentaron valores menores de 0.02mg/l. Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 32: Nivel Cobre en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

### n) Hierro

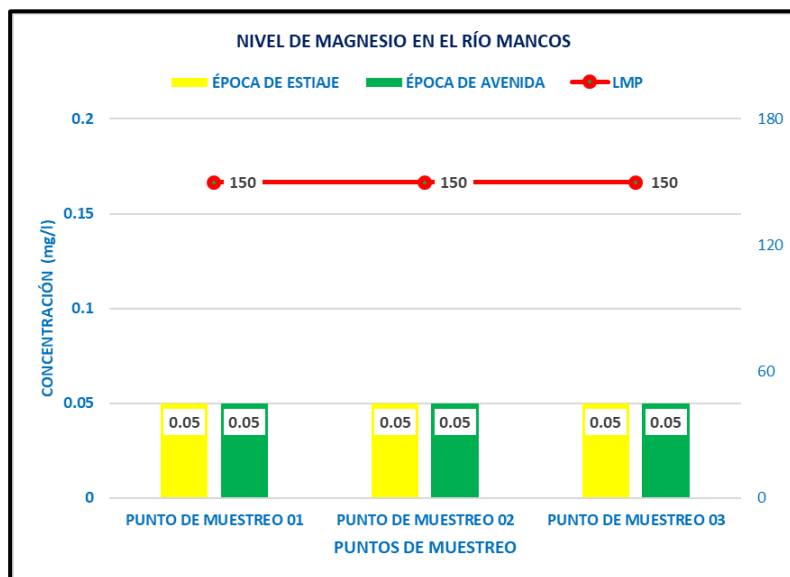
Su deficiencia se denomina clorosis férrica y se caracteriza, de forma visual, por un amarillamiento intervenal de las hojas jóvenes, las plantas desarrollan una menor producción. En nuestro caso la concentración del Hierro se encuentra dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales con los valores de 0.015mg/l, 0.06mg/l y 0.019mg/l en los puntos de muestreo P001, P002 y P003 en época de estiaje respectivamente y 0.17, 0.26 y 0.33 en los puntos de muestreo P001, P002 y P003 en la época de avenida respectivamente.



**Imagen N° 33: Nivel de Hierro en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**o) Magnesio**

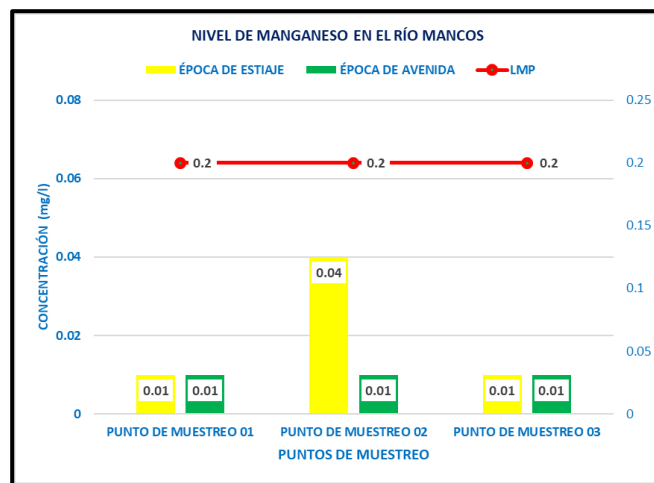
Las altas concentraciones de Magnesio afecta la productividad de los cultivos, su ausencia se caracteriza por una clorosis en hojas viejas, principalmente entre las nervaduras (Sánchez, 2012). En nuestro caso la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo P001, P002 y P003 presentaron valores menores de 0.05mg/l. Valores que se encuentran dentro de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 34: Nivel de Magnesio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**p) Manganeso**

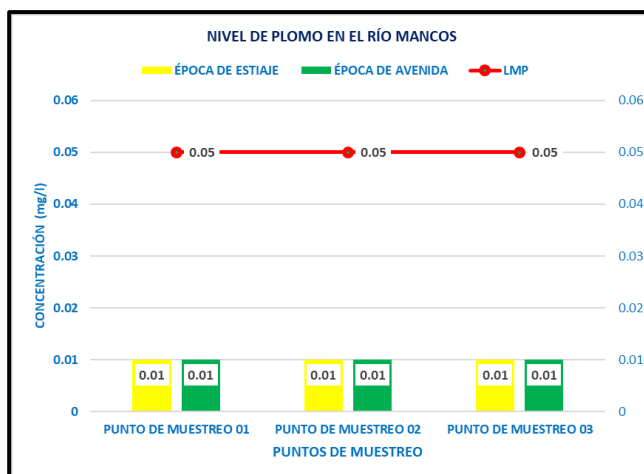
La concentración baja de Manganeso causa perturbaciones en los mecanismos de las plantas. En cantidades excesivas reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos. En nuestro caso la concentración del Manganeso en el punto P002 en época de estiaje fue el máximo alcanzado con un valor de 0.04mg/l, en los puntos P001, P003 presentaron valores menores de 0.01mg/l, patrón que se repite en época de avenida en los tres puntos de monitoreo. Se encuentran debajo de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 35: Nivel de Manganeso en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**q) Plomo**

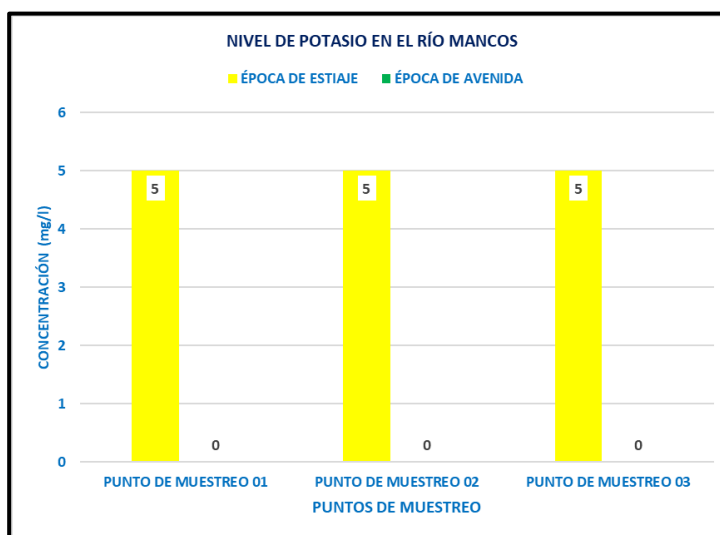
El Plomo puede inhibir el crecimiento celular de plantas a concentraciones muy altas. El Plomo se acumula en los primeros centímetros del suelo, su absorción por las plantas es tan pequeña, que no se puede esperar que reduzca apreciablemente su acumulación en los suelos en tiempos cortos. En nuestro caso el Plomo se encuentra con una concentración menor a 0.01mg/l en los puntos de muestreo P001, P002 y P003 en época de estiaje y avenida. Valores que se encuentran dentro del ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 36: Nivel de plomo en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

**r) Potasio**

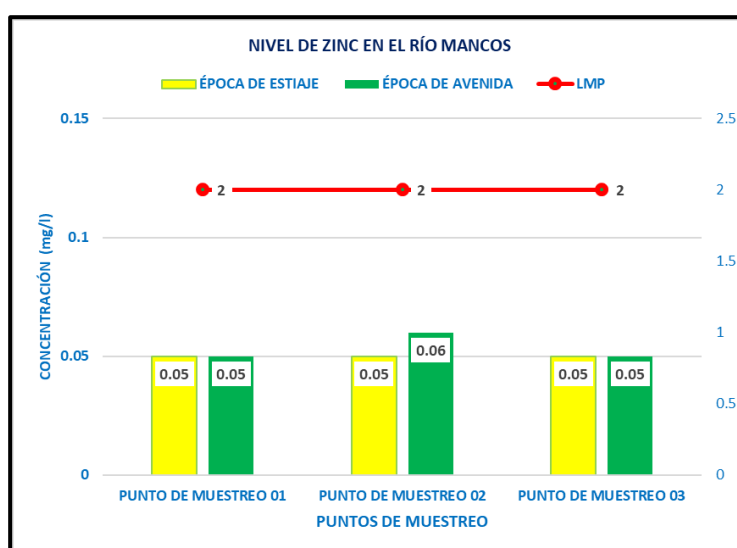
La deficiencia de Potasio puede causar anomalías en la planta como la clorosis, crecimiento lento o retrasado, defoliación y tolerancia disminuida a los cambios de temperatura y a estrés hídrico (Douglas, 2009). Para nuestro caso Potasio se encuentra con una concentración menor a 5mg/l en los puntos de muestreo P001, P002 y P003 en época de estiaje mientras en las épocas de avenida reporta ninguna concentración.



**Imagen N° 37: Concentración de Potasio en los 3 puntos de muestreo del río Mancos**

### s) Zinc

El Zinc es un elemento esencial para las plantas, pero en altas concentraciones es fitotóxico, afecta la producción de cultivos, reduce el crecimiento de la planta y provoca acumulaciones indeseables en los tejidos (Sánchez, 2012). En nuestro caso el Zinc alcanzó el nivel máximo en el punto P002 en época de estiaje con una concentración de 0.06mg/l; en los puntos P001, P003 presentaron valores menores de 0.05mg/l; patrón que se repite en época de avenida en los tres puntos de monitoreo. Se encuentran debajo de los ECA de aguas Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales.



**Imagen N° 38: Nivel de Zinc en los 3 puntos de muestreo del río Mancos Vs ECA para agua Categoría III**

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tras el análisis del agua del río Mancos mediante el índice de Shannon y Wiener, el cual sugiere una escala de valores de diversidad por cada grado de contaminación del agua, va de 0 a 4 bits  $\text{cel}^{-1}$ , en donde de 0 a 1 bits  $\text{cel}^{-1}$  indica contaminación severa, de 1 a 2 bits  $\text{cel}^{-1}$  contaminación moderada, de 2 a 3 bits  $\text{cel}^{-1}$  contaminación leve y de 3 a 4 bits  $\text{cel}^{-1}$  contaminación imperceptible (Zamora, 2009), se puede indicar que el río Mancos en los tres puntos de muestreo presenta niveles de contaminación leve, pues los valores obtenidos se encuentran en el rango de 2 a 3  $\text{cel}^{-1}$ , disminuyendo de acuerdo al trascurso del río en la subcuenca



y el desarrollo de actividades antropogénicas con incidencia al agua del río, lo que nos quiere decir que la calidad del agua de río Mancos mediante el índice de diversidad de diatomeas es aceptable.

Se debe señalar que se registraron 7 familias de diatomeas, correspondientes a 10 géneros, expresadas en 13 especies, el resultado obtenido es bajo en comparación a lo encontrado en otras zonas de estudio, como las 25 especies del río Teaone (Ortiz, 2015), las 62 especies del río Sendamal (Universidad Nacional de Trujillo, 2012), las 110 especies encontradas en la cuenca hidrográfica del río Utcubamba (Guzmán y Leiva, 2015), las 146 especies encontradas en la cuenca hidrográfica de Panamá (Soler et al, 2012), situación que puede deberse a que el gradiente ambiental del río Mancos debido a la baja mineralización, presenta un factor de importancia para la formación de comunidades de diatomeas. (Universidad Nacional de Trujillo, 2012) en la investigación.

Entre las especies que se presentan en mayor porcentaje encontramos *Hannea arcus*, *Navicula cryptocephala*, *Rhoicosphenia curvata*, *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, de las cuales el *Comphonema parvulum* y *Nitzschia palea*, que son especies tolerantes a metales pesados (Cr, Cd, Pb y Zn) (Calizaya , Avendaño, & Delgado, 2013), además están asociadas a altas concentraciones de nitratos, siendo evidente en el muestreo fisicoquímico en época de estiaje, más aún en el punto de muestreo P002, donde tiene un valor de 9.9, siendo 10 el valor máximo permisible de acuerdo al ECA de agua, Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales. Asimismo, otros estudios consideran que las especies de *Amphipleura lindheimeri*, *Synedra ulna*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia nana*, *Sellaphora pupula* son indicadoras de contaminación orgánica. En nuestra área de estudio sólo se encontró a *Navicula cryptotenella* y *Synedra ulna*. La especie de *Hannea arcus*, es indicadora de buena calidad de agua.

La especie de *Cocconeis placentula* se encuentra relacionada a aguas muy oxigenadas, para la investigación realizada con un valor mayor entre 7 y 8 mg/l sobrepasa los 4mg/l que indica los ECA para agua, Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales, haciendo óptimo su desarrollo, se debe de señalar también que es una especie poco tolerante a la contaminación a contaminantes orgánicos como lo menciona, siendo remplazado o desplazado por

las especies con tolerancia alta como: como *Gomphonema parvulum*, *Navicula gregales* y *Nitzschia palea* (Ortiz, 2015).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede deducir que el empleo de diatomeas para evaluar la calidad del agua de efluentes hídricos superficiales resulta apropiado para el estudio de efluentes en la zona.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- A partir del análisis de diatomeas encontradas en los tres puntos de muestreo y la aplicación del índice de diversidad de Shannon & Wiener (H') para éstas, se determinó que la calidad del agua del río Mancos presenta una "contaminación leve" en la época de estiaje y avenida.
- Las especies de *Gomphonema parvulum*, *Hannea arcus*, *Navicula cryptocephala*, *Rhoicosphenia curvata*, *Nitzschia palea*, *Synedra ulna* son las especies más tolerantes a la contaminación, mientras que la *Cocconeis placentula* es la especie más sensible.
- La mayor riqueza en el río Mancos fue representada en el punto de monitoreo P001, ubicado en el caserío de Apa Grande, con un total de 410 células/cm<sup>2</sup> en época de estiaje y 361 células /cm<sup>2</sup>, ambas de diatomeas de perifiton y 11840 células/L de fitoplancton en época de avenida, 10920 células/L de fitoplancton en época de estiaje.
- la época con mayor riqueza de especies (taxa) fue la época de estiaje, lo que constituye un indicador de ambientes más estables, por ende, presenta mejor estructura a las comunidades de diatomeas. La época con menor riqueza de diatomeas (taxa), fue la época de avenida lo que es indicador de que al cambiar el caudal del agua hay una disminución significativa de las comunidades de diatomeas.

- Según los parámetros fisicoquímicos los puntos de monitoreo P001, P002 y P003 están dentro de los valores máximos permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental, Categoría III, Riego de vegetales y bebida de animales, mientras el índice de Shannon y Wiener presenta contaminación leve.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Emplear los resultados del presente estudio, como antecedentes para futuros estudios del río Mancos en investigaciones similares.
- Las muestras de agua y diatomeas de los ríos deben ser analizadas en la mayor brevedad posible para evitar perturbaciones en las características iniciales.
- Documentar el trabajo en hojas de campo previamente preparadas, indicando la estación de muestreo (coordenadas UTM), número de sustrato, características, etc. Del mismo modo, recolectar las muestras de acuerdo a los procedimientos o lineamientos ya establecidos y realizar la rotulación de cada muestra con toda la información necesaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andaluz Westreicher, C. (2016). *Manual de derecho ambiental*. Lima: Grijley E.I.R.L.
- Alarcón, N., & Peláez, F. (2012). Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú): determinación mediante uso de diatomeas, 2012. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas-UNT*, 29-37.
- Alba, & Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA) 2:*, 203-213.
- Alvaro García, O. (2012). Criterios Modernos para evaluar la calidad de agua de riego. *IHA*, 36.
- Antonio Mula, J. (13 de Enero de 2018). *Ágromática*. Obtenido de *Ágromática*: <https://www.agromatica.es/conductividad-electrica-del-agua/>
- Arango, M., Álvarez, L., Arango, G., Torres, O., & Asmed de Jesús, M. (2008). Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA.*, 121-141.
- Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (2012). *Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en sustratos para plantas*. Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Bellinger, E., & Sigee, D. (2010). *Freshwater Algae*. Gran Bretaña: Globales.
- Blanco, S., & Bécares, E. (2007). Evaluación de la calidad del agua en la cuenca de duero mediante comunidades biológicas. *Directiva marco del agua*, 139-143.
- Calizaya, J., Avendaño, M., & Delgado, L. (2013). *Evaluación de la calidad fluvial del con Diatomeas (Bacillariophyta), una experiencia en Tacna, Perú*. Tacna: Revista peruana de medicina experimental y salud pública.
- Castellanos, J. Z. (31 de Marzo de 2009). *INTAGRI*. Obtenido de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-manganeso-en-la-nutricion-vegetal>

- Castellon, J., Bernal, R., & Hernandez, M. (2014). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Revista académica de Ingeniería*, 39-50.
- Catalan, J. (2000). *Química del agua*. Madrid: Bellisco.
- Chapman, D. (1996). *Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua en los macroinvertebrados bénticos*. Venezuela: Universidad de Los Andes. .
- Douglas, M. (6 de junio de 2009). *Riego y oxígeno*. Obtenido de Riego y oxígeno: <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/riego-y-oxigeno/>
- Garcia, A. (2012). *Criteros modernos para evaluar la calidad de agua para riego*. España: El sol.
- Guzman Valqui , K., & Leiva Tafur , D. (2015). *Uso de diatomeas (Bacillariophyceae) como bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Utcubamba, Amazonas-Perú, 2014-2015*. Amazonas: Universidad Nacional "Toribio Rodriguez de Medoza de Amazonas".
- Hugo, P. (1992). Geología económica del yacimiento de oro de Tumpa (Nueva California). *Tumialán*, 20.
- Kolkwitz, R., & Marsson, W. (1902). *Grundsätze für die biologische Beurteilung des wassers nach seinerflora und fauna*. . Mitt. Prüfants.
- Kolkwitz,, R., & Marsson, W. (1908). *Ecology of plant saprobia*. Alemania.
- Leiva Tafur , D., Coronel, E., & Corroto, F. (2017). *Uso de diatomeas para medir el impacto de la extracción de agregados en ríos altoandinos, Amazonas, Perú*. Amazonas.
- Marsson, W. A., & Kolkwitz, R. (1909). *Beitäge Zür Lehre von der biologische Gewässerbeuteilung*. . Alemania : Reveu der gesamten Hydrobiologie.
- Medina, C. (2007). *Estado ecológico del río Chicama, regiones La Libertad y calidad de los rios de la Cuenca de Cajamarca*. Libertad: Universidad Nacional de Trujillo.
- Mejia Angeles, M. (2014). *Evaluación de pavimentos rígidos la ciudad de Mancos, distrito de Mancos,Provincia Yungay,departamento de Ancash en el 2014*. Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo".

- MINAM. (2014). *Estado de la calidad ambiental de la cuenca del lago Titicaca Ambito Peruano. comisión multisectoria para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes.*
- Monge Redondo, M. A. (04 de 24 de 2014). *IAGUA*. Obtenido de IAGUA: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>
- Mora, D., Carmona, J., & Cantoral Uriza, E. (2015). Diatomeas epilíticas de la cuenca alta del río Laja, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1024–1040.
- Patrick, R. (1949). *A proposed biological measure of stream conditions, based on survey of the Conestoga basin, Lancaster County, Pennsylvania Proc. Acad. Pensilvania: Philad.*
- Rosero , K. (2016). *Establecimiento de un índice biótico para determinar la calidad de las aguas de los ríos andinos presentes en el Ecuador, basados en poblaciones de ditomeas élipticas.* Quito: Universidad Intrnacional SEK.
- Sánchez, M. (2012). *Jardineria ON*. Obtenido de Jardineria ON: <https://www.jardineriaon.com/la-importancia-de-conocer-la-temperatura-del-agua-de-riego.html>
- Soler B, A., I, M., Pérez , A., Aguilar, E., & Villarreal Batista, I. (2012). *Diatomeas del canal de Panamá: Bioindicadores y otros estudios pionero.* Panamá: Autoridad del canal de Panamá.
- Valderrama Murillo, P., Silva Espejo, C., Dueñas Bravo, S., & Araujo Huamán, G. (2016). Peligros Geológicos por procesos glaciares, cordillera Blanca- Rio Santa. *INGEMMET Geodinámica e Ingeniería Geológica N°63*, 163.
- Vasquez, G., Castro, G., Gonzales, I., Perez, R., & Castro, T. (2006). Bioindicadores como. *Contacto*, 41 – 48.
- Vicente, E., de Hoyos, C., Sánchez, P., & Cambra, J. (2015). *Metodología para el establecimiento de la calidad edel agua en la Confederación de Hidrográfica del río Ebro.* Pensunsula Ibérica: Salón.

- Walsh. (23 de mayo de 2016). *Estatigrama Peruana*. Obtenido de <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/power/4.2.3%20Geolog%C3%ADa.pdf>
- Wetzel, C. (2011). *Biodiversidade e distribuição espacial de diatomáceas*. Brasil: Universidad de Brasil San Paulo.
- Yucra, H., & Tapia, P. (2008). *Uso de microalgas como bioindicadores de polución orgánica en brizas de Oquendo, Callao*. Lima.
- Zamora, H. (2009). El índice BMWP y la Evaluación biológica de la calidad del agua en los. *Boletín Científico-Centro de Museos de Historia Natural ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Eco -Ambiental.Colombia.*, 89-105.



# **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**ESPECIES DE DIATOMEAS EXISTENTES EN EL  
RÍO MANCOS**

**Especies de diatomeas existentes en el rio Mancos**



***Gomphonema parvulum***



***Cocconeis placentula***



***Nitzschia palea***



***Navicula cryptocephala***



***Synedra ulna***



***Rhoicosphenia curvata***



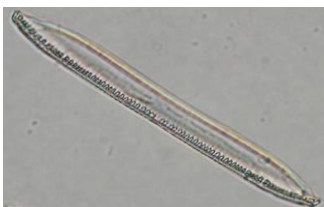
***Hanea arcus***



***Mastogloia smithii***



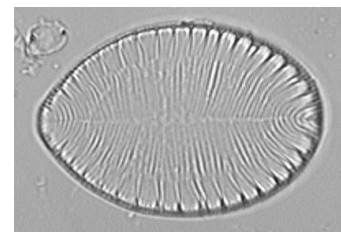
***Nitzschia obtusa***



***Nitzschia lineararis***



***Denticula elegans***



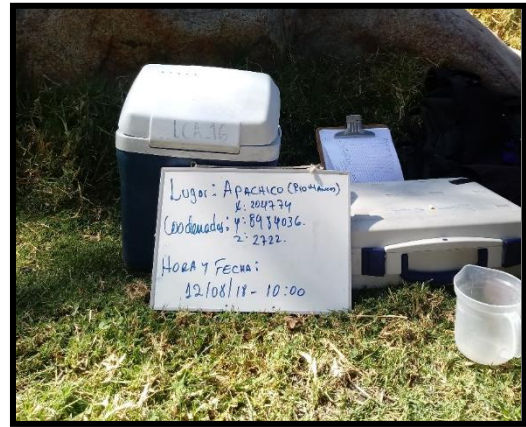
***Surirella ovata***

**ANEXO 2**

**MUESTREO DE DIATOMEAS Y AGUA DEL RÍO  
MANCOS**



**Primer punto de muestreo**



**Segundo punto de muestreo**



**Tercer punto de muestreo**



**Muestreo de agua para análisis físico químicos**



**Cepillado de la superficie de roca**



**Adición de formaldehído a muestra de diatomeas**

**ANEXO 3**

**IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE DIATOMEAS EN  
LABORATORIO BIOLÓGICO**

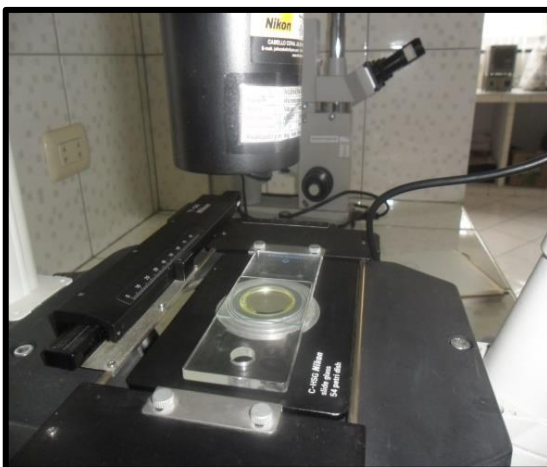




**Muestras para identificación de diatomeas**



**Preparación de las muestras para su Identificación y conteo**



**Identificación y conteo de diatomeas**

**ANEXO 4**  
**RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN Y**  
**CONTEO DE DIATOMEAS.**





Maria Darleni Ascón Cabrera - Blgo. Pesquera

RNBE N° 0239

CALIDAD DE AGUA

MICROSCOPIA INVERTIDA

Phytoplankton Taxonomy quiz PHY-ICN-15MI1- Irlanda



Colegio de Biólogos  
del Perú – Región IV  
La Libertad

### INFORME DE PERIFITON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Sedimento de rocas  
Cantidad : 100 cm<sup>2</sup>  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 12/08/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Grande)  
Época : Estiaje  
Fecha de ingreso : 03/11/18  
Fecha de término : 08/11/18  
Fecha de emisión : 04/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P001

DIVISIÓN	ESPECIE	Celulas/cm2
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	13
	Denticula elegans	25
	Cymbella sp	21
	Gomphonema parvulum	40
	Hanea arcus	37
	Mastogloia smithii	30
	Navicula cryptocephala	72
	Nitzschia linearis	30
	Nitzschia obtusa	45
	Nitzschia palea	50
	Rhoicosphenia curvata	25
	Synedra ulna	22
TOTAL		410

\*Recuento de Perifiton: Método de Sedgewick-Rafter

Blga. Darleni Ascon Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



### INFORME DE PERIFITON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
 Muestra : Sedimento de rocas  
 Cantidad : 100 cm<sup>2</sup>  
 Condición : Buena, sellada y conservada  
 Fecha de muestreo :  
 Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Grande)  
 Época : Lluvia  
 Fecha de ingreso : 03/11/18  
 Fecha de término : 06/12/18  
 Fecha de emisión : 15/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P001

DIVISIÓN	ESPECIE	Celulas/cm2
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	11
	Denticula elegans	21
	Cymbella sp	20
	Gomphonema parvulum	35
	Hanea arcus	33
	Mastogloia smithii	29
	Navicula cryptocephala	53
	Nitzschia linearis	32
	Nitzschia obtusa	39
	Nitzschia palea	45
	Rhoicosphenia curvata	23
	Synedra ulna	20
	TOTAL	

\*Recuento de Perifiton: Método de Sedgewick-Rafter

Blga. Darleni Ascon Cabrera  
 JEFE DE LABORATORIO DE  
 FITOPLACTO TÓXICO



Maria Darleni Ascón Cabrera - Blgo. Pesquera

RNBE N° 0239

**CALIDAD DE AGUA**

MICROSCOPIA INVERTIDA

Phytoplankton Taxonomy quiz PHY-ICN-15M11- Irlanda



Colegio de Biólogos  
del Perú – Región IV  
La Libertad

### INFORME DE PERIFITON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
 Muestra : Sedimento de rocas  
 Cantidad : 100 cm<sup>2</sup>  
 Condición : Buena, sellada y conservada  
 Fecha de muestreo : 12/08/18  
 Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Chico)  
 Época : Estiaje  
 Fecha de ingreso : 03/11/18  
 Fecha de término : 10/11/18  
 Fecha de emisión : 04/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P002

DIVISIÓN	ESPECIE	Celulas/cm2
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	11
	Denticula elegans	21
	Cymbella sp	19
	Gomphonema parvulum	35
	Hanea arcus	36
	Mastogloia smithii	31
	Navicula cryptocephala	67
	Nitzschia linearis	27
	Nitzschia obtusa	39
	Nitzschia palea	48
	Rhoicosphenia curvata	20
	Synedra ulna	19
TOTAL		373

\*Recuento de Perifiton: Método de Sedgewick-Rafter

Bлга. Darleni Ascón Cabrera  
 JEFE DE LABORATORIO DE  
 FITOPLACTO TÓXICO

Calle Cristal N° 248 Int. B-2 Urb. San Isidro  
 Trujillo – La Libertad

Móvil: 943474580  
[acdarlys@yahoo.es](mailto:acdarlys@yahoo.es)



### INFORME DE PERIFITON

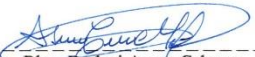
Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Sedimento de rocas  
Cantidad : 100 cm<sup>2</sup>  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 11/11/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Chico)  
Época : Lluvia  
Fecha de ingreso : 03/12/18  
Fecha de término : 08/12/18  
Fecha de emisión : 15/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P002

DIVISIÓN	ESPECIE	Celulas/cm2
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	10
	Denticula elegans	25
	Cymbella sp	18
	Gomphonema parvulum	35
	Hanea arcus	39
	Mastogloia smithii	27
	Navicula cryptocephala	50
	Nitzschia linearis	28
	Nitzschia obtusa	23
	Nitzschia palea	41
	Rhoicosphenia curvata	19
	Synedra ulna	14
TOTAL		329

\*Recuento de Perifiton: Método de Sedgewick-Rafter

  
Btga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



Magia Darleni Ascón Cabrera - Blg. Pasquera

RNBE N° 0239

CALIDAD DE AGUA

MICROSCOPIA INVERTIDA

Phytoplankton Taxonomy quiz PHY-ICN-15MI1- Irlanda



Colegio de Biólogos  
del Perú – Región IV  
La Libertad

### INFORME DE PERIFITON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
 Muestra : Sedimento de rocas  
 Cantidad : 100 cm<sup>2</sup>  
 Condición : Buena, sellada y conservada  
 Fecha de muestreo : 12/08/18  
 Lugar de muestreo : Río Mancos (Chimpa Mancos)  
 Época : Estiaje  
 Fecha de ingreso : 03/11/18  
 Fecha de término : 12/11/18  
 Fecha de emisión : 04/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P003

DIVISIÓN	ESPECIE	Celulas/cm2
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	10
	Denticula elegans	20
	Cymbella sp	15
	Gomphonema parvulum	34
	Haneca arcus	36
	Mastogloia smithii	28
	Navicula cryptocephala	63
	Nitzschia linearis	25
	Nitzschia obtusa	25
	Nitzschia palea	43
	Rhoicosphenia curvata	20
	Synedra ulna	20
TOTAL		339

\*Recuento de Perifiton: Método de Setlgewick-Raizer

Blga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO

Calle Cristal N° 248 Int. B-2 Urb. San Isidro  
Trujillo – La Libertad

Móvil: 943474580  
[acdarlvs@yahoo.es](mailto:acdarlvs@yahoo.es)





### INFORME DE PERIFITON


Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Sedimento de rocas  
Cantidad : 100 cm<sup>2</sup>  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 11/11/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Chimpamancos)  
Época : Lluvia  
Fecha de ingreso : 03/12/18  
Fecha de término : 10/12/18  
Fecha de emisión : 15/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P003

DIVISIÓN	ESPECIE	Celulas/cm2
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	10
	Denticula elegans	10
	Cymbella sp	14
	Gomphonema parvulum	34
	Hanea arcus	40
	Mastogloia smithii	27
	Navicula cryptocephala	48
	Nitzschia linearis	30
	Nitzschia obtusa	20
	Nitzschia palea	37
	Rhoicosphenia curvata	19
	Synedra ulna	18
	TOTAL	307

\*Recuento de Perifiton: Método de Sedgewick-Rafter

  
Blga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



### INFORME DE FITOPLANCTON


Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Agua de río  
Cantidad : 1 L  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 25/11/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Chimpamancos)  
Época : Lluvia  
Fecha de ingreso : 26/11/18  
Fecha de término : 10/12/18  
Fecha de emisión : 15/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P003

DIVISIÓN	ORGANISMO		DENSIDAD Celulas/L
	Especie	(% Especie)	
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	0.00	0
	Denticula elegans	0.84	43
	Cymbella sp	0.88	45
	Gomphonema parvulum	4.67	240
	Gomphonema sp	0.00	0
	Hanea arcus	9.34	480
	Mastogloia smithii	9.34	480
	Navicula cryptocephala	12.45	640
	Navicula sp	0.00	0
	Nitzschia linearis	4.67	240
	Nitzschia obtusa	6.22	320
	Nitzschia palea	18.97	975
	Rhoicosphenia curvata	14.01	720
	Synedra ulna	10.89	560
Surirella ovata	7.74	398	
TOTAL		100.00	5141

\*Recuento de Fitoplancton: Técnica de Utermohl

  
Blga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



### INFORME DE FITOPLANCTON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Agua de río  
Cantidad : 1 L  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 25/11/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Chico)  
Época : Lluvia  
Fecha de ingreso : 26/11/18  
Fecha de término : 08/12/18  
Fecha de emisión : 15/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P002

DIVISIÓN	ORGANISMO		DENSIDAD Celulas/L
	Especie	(% Especie)	
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	0.00	0
	Denticula elegans	0.16	15
	Cymbella sp	0.73	70
	Gomphonema parvulum	5.80	560
	Gomphonema sp	0.74	71
	Hanea arcus	16.58	1600
	Mastogloia smithii	4.14	400
	Navicula cryptocephala	14.09	1360
	Navicula sp	0.00	0
	Nitzschia linearis	4.14	400
	Nitzschia obtusa	5.80	560
	Nitzschia palea	19.07	1840
	Rhoicosphenia curvata	9.22	890
	Synedra ulna	10.78	1040
	Surirella ovata	8.76	845
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>9651</b>	

\*Recuento de Fitoplancton: Técnica de Utermohl

  
Blga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO






### INFORME DE FITOPLANCTON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Agua de río  
Cantidad : 1 L  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 25/11/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Grande)  
Época : Lluvia  
Fecha de ingreso : 26/11/18  
Fecha de término : 06/12/18  
Fecha de emisión : 15/12/18

### RESULTADO

DIVISIÓN	ORGANISMO		DENSIDAD Celulas/L
	Especie	(% Especie)	
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	1.32	160
	Denticula elegans	1.32	160
	Cymbella sp	0.66	80
	Gomphonema parvulum	0.99	120
	Gomphonema sp	0.66	80
	Hanea arcus	15.18	1840
	Mastogloia smithii	7.92	960
	Navicula cryptocephala	16.50	2000
	Navicula sp	1.32	160
	Nitzschia linearis	5.28	640
	Nitzschia obtusa	3.30	400
	Nitzschia palea	11.22	1360
	Rhoicosphenia curvata	14.52	1760
	Synedra ulna	10.56	1280
Surirella ovata	9.24	1120	
TOTAL		100.00	12120

\*Recuento de Fitoplancton: Técnica de Utermöhl

  
Bla: Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



### INFORME DE FITOPLANCTON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Agua de río  
Cantidad : 1 L  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 12/08/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Chimpa Mancos)  
Época : Estiaje  
Fecha de ingreso : 03/11/18  
Fecha de término : 12/11/18  
Fecha de emisión : 04/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P003

DIVISIÓN	ORGANISMO		DENSIDAD Células/L
	Especie	(% Especie)	
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	0.00	0
	Denticula elegans	1.64	160
	Cymbella sp	4.51	440
	Gomphonema parvulum	11.89	1160
	Hanea arcus	12.70	1240
	Mastogloia smithii	9.02	880
	Navicula cryptocephala	10.66	1040
	Nitzschia linearis	7.38	720
	Nitzschia obtusa	3.69	360
	Nitzschia palea	13.93	1360
	Rhoicosphenia curvata	13.93	1360
	Synedra ulna	10.66	1040
TOTAL		100	9760

\*Recuento de Fitoplancton: Técnica de Utermöhl

Blga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



### INFORME DE FITOPLANCTON


Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Agua de río  
Cantidad : 1 L  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 12/08/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Chico)  
Época : Estiaje  
Fecha de ingreso : 03/11/18  
Fecha de término : 10/11/18  
Fecha de emisión : 04/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P002

DIVISIÓN	ORGANISMO		DENSIDAD Células/L
	Especie	(% Especie)	
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	1.94	240
	Denticula elegans	0.00	0
	Cymbella sp	1.94	240
	Gomphonema parvulum	12.94	1600
	Hansea arcus	8.41	1040
	Mastogloia smithii	8.74	1080
	Navicula cryptocephala	11.65	1440
	Nitzschia linearis	9.06	1120
	Nitzschia obtusa	7.77	960
	Nitzschia palea	10.36	1280
	Rhoicosphenia curvata	16.83	2080
	Synedra ulna	10.36	1280
	TOTAL	100	12360

\*Recuento de Fitoplancton: Técnica de Utermohl

  
Blga. Darleni Ascón Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO



### INFORME DE FITOPLANCTON

Solicitante : Daisy Nailea Gonzales Silva  
Muestra : Agua de río  
Cantidad : 1 L  
Condición : Buena, sellada y conservada  
Fecha de muestreo : 12/08/18  
Lugar de muestreo : Río Mancos (Apa Grande)  
Época : Estiaje  
Fecha de ingreso : 03/11/18  
Fecha de término : 08/11/18  
Fecha de emisión : 04/12/18

### RESULTADO

#### Reporte cualitativo- Punto de muestreo P001

DIVISIÓN	ORGANISMO		DENSIDAD Células/L
	Especie	(% Especie)	
Bacillariophyta	Cocconeis placentula	1.89	560
	Denticula elegans	2.97	880
	Cymbella sp	8.11	2400
	Gomphonema parvulum	12.43	3680
	Hanea arcus	10.00	2960
	Mastogloia smithii	8.38	2480
	Navicula cryptocephala	10.00	2960
	Nitzschia linearis	7.30	2160
	Nitzschia obtusa	7.03	2080
	Nitzschia palea	15.41	4560
	Rhicosphenia curvata	8.92	2640
	Synedra ulna	7.57	2240
TOTAL		100	29600

\*Recuento de Fitoplancton: Técnica de Utermöhl

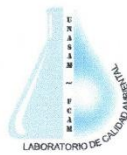
Blga. Darleni Ascofi Cabrera  
JEFE DE LABORATORIO DE  
FITOPLACTO TÓXICO

**ANEXO 5**

**RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUÍMICO**

**DEL AGUA**





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG180438**

**CLIENTE** Razón Social : DAISY GONZALES SILVA  
Dirección : Jr. El Pinar SIN - Pinar  
Atención : Daisy Gonzales Silva

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Rio  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Rio Mancos, Caserío Apagrande, Centro Poblado Musho, Provincia de Yungay, Ancash  
Coordenadas: 206293 E 8984400 N 2886 msnm  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180314

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 26/Noviembre/2018  
Fecha de análisis : 26 de Noviembre al 03 de Diciembre/2018  
Cotización N° : CO180447

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	E1
					Fecha de muestreo	25/11/2018
					Hora de muestreo	11:10
					Código del Laboratorio	AG180616
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012 (*)	.....		7.646
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		7.27
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		12.7
SM34	Sólidos totales disueltos (en campo)	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		27
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Titulación (*)	1		13
FQ05	Carbonatos	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Titulación (*)	1		<1
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B (*)	1		<1
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		39.1
FQ25	Sólidos fijos Totales	mg/l	APHA 2540 E (*)	1		10.3
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bañó sulfato, turbidimétrico (*)	25		<25
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		<1.0
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		<0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		<0.002
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		4.8
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		<0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		<0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.170
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500-Mg E (*)	0.05		<0.05
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		<0.010
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		<0.010
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		<0.05

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM  
<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

**NOTA:**

- I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:  
 a) Conductividad = 28 días

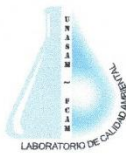
Huaraz, 03 de Diciembre de 2018



*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 804

**Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.**

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 dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N.º LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG180440**

**CLIENTE** Razón Social : DAISY GONZALES SILVA  
Dirección : Jr. El Pinar SIN - Pinar  
Atención : Daisy Gonzales Silva

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Rio  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Rio Mancos, Caserio Apachico, Distrito de Mancos, Provincia de Yungay, Ancash  
Coordenadas: 202544 E 8983065 N 2550 msnm  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180314

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 26 Noviembre/2018  
Fecha de análisis : 26 de Noviembre al 03 de Diciembre/2018  
Cotización N° : CO180447

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	E3
					Fecha de muestreo	25/11/2018
					Hora de muestreo	8:50
					Código del Laboratorio	AG180618
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012 (*)	.....		7.707
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.80
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		12.7
SM34	Sólidos totales disueltos (en campo)	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		57
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Titulación (*)	1		27
FQ05	Carbonatos	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Titulación (*)	1		< 1
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B (*)	1		< 1
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		81.0
FQ25	Sólidos fijos Totales	mg/l	APHA 2540 E (*)	1		11
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		< 25
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		1.4
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		< 0.02
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		10.4
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.260
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500.Mg E (*)	0.05		< 0.05
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010
MT24	Piomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		< 0.05

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

<sup>2</sup> Resultados reortados a 25 °C.

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huarez, 03 de Diciembre de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG180439**

**CLIENTE** Razón Social : DAISY GONZALES SILVA  
 Dirección : Jr. El Pinar SIN - Pinar  
 Atención : Daisy Gonzales Silva

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Rio  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Rio Mancos, Poblado de Chimpamanco, Distrito de Mancos, Provincia de Yungay, Ancash  
 Coordenadas: 204774 E 8984036 N 2722 msnm  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180314

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
 Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 26/Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 26 de Noviembre al 03 de Diciembre/2018  
 Cotización N° : C0180447

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	E2
					Fecha de muestreo	25/11/2018
					Hora de muestreo	9:32
					Código del Laboratorio	AG180617
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO</b>					
SM05	Medición de Flujo (Caudal)	lt./seg.	Automatico - Método del Correntometro, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N° 010-2016-ANA (*)	0.10		1366.65
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B-Versión 2012 (*)	.....		7.632
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		7.52
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		12.3
SM34	Sólidos totales disueltos (en campo)	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		33
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Titulación (*)	1		25
FQ05	Carbonatos	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Titulación (*)	1		< 1
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B (*)	1		< 1
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B-Versión 2012	.....		46.4
FQ25	Sólidos fijos Totales	mg/l	APHA 2540 E (*)	1		10.7
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		< 25
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		< 1.0
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derive de cation (*)	0.002		< 0.002
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		5.6
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.330
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500-Mg E (*)	0.05		< 0.05
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT32	Zinc total	mg/l Zn	GI-PAN (*)	0.05		< 0.05

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM  
<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.  
 Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

**NOTA:**

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

- a) Conductividad - 28 días



*Mario Leyva Collas*  
 MSc Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CCP N° 604

Huaraz, 03 de Diciembre de 2018

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cal. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labfcam@hotmail.com





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



**INFORME DE ENSAYO AG180266**

**CLIENTE** Razón Social : DAISY GONZALES SILVA  
Dirección : Jr. El Pinar S/N - Shancayan  
Atención : Daisy Gonzales Silva

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Mancos, Caserío Apagrande, Centro Poblado Musho, Provincia de Yungay, Departamento de Ancash  
Coordenadas: 206293 E 8984400 N 2886 msnm  
Ref./Condición : CC180183

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 13 Agosto/2018  
Fecha de análisis : 13 de Agosto al 20 de Agosto/2018  
Cotización N° : CO180447

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	E 1
					Fecha de muestreo	12/08/2018
					Hora de muestreo	11:10
					Código del Laboratorio	AG180372
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012 (*)	.....		7.825
SM15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		7.34
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		13.4
SM34	Sólidos totales disueltos (en campo)	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		91
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	APHA 2320 B (*)	1		42.75
FQ05	Carbonatos	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B (*)	1		3
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		124.6
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		26
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		< 0.002
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		13.5
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.015
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500.Mg E (*)	0.05		< 0.05
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT25	Potasio total	mg/l K	Kalignost turbidimétrico (*)	5.0		< 5.0
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		< 0.05
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		5.0

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

1. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 20 de Agosto de 2018

*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
COP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM, # 948915005  
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



**INFORME DE ENSAYO AG180268**

**CLIENTE** Razón Social : DAISY GONZALES SILVA  
Dirección : Jr. El Pinar S/N - Shancayan  
Atención : Daisy Gonzales Silva

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Río  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Río Mancos, Caserío Apachico, Distrito de Mancos, Provincia de Yungay, Departamento de Ancash  
Coordenadas: 202544 E 8983065 N 2550 msnm  
Ref./Condición : CC180183

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 13 Agosto/2018  
Fecha de análisis : 13 de Agosto al 20 de Agosto/2018  
Cotización N° : CO180447

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	E 3
					Fecha de muestreo	12/08/2018
					Hora de muestreo	8:30
					Código del Laboratorio	AG180374
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B-Versión 2012 (*)	.....		7.876
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.67
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		12
SM34	Sólidos totales disueltos (en campo)	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		524
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	APHA 2320 B (*)	1		193.8
FQ05	Carbonatos	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B (*)	1		5
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		709.5
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		103
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		< 0.002
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		51.8
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.060
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500-Mg E (*)	0.05		< 0.05
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.040
MT24	Piomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT25	Potasio total	mg/l K	Kalignost turbidimétrico (*)	5.0		< 5.0
MT32	Zinc total	mg/l Zn	CI-PAN (*)	0.05		< 0.05
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		9.9

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM  
<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012  
**NOTA:**  
 I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:  
 a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 20 de Agosto de 2018

*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 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 dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N.º LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG180267**

**CLIENTE** Razón Social : DAISY GONZALES SILVA  
Dirección : Jr. El Pinar S/N - Shancayan  
Atención : Daisy Gonzales Silva

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Rio  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Rio Mancos, Centro Poblado de Chimpamanco, Distrito de Mancos, Provincia de Yungay, Departamento de Ancash  
Coordenadas: 204774 E 8984056 N 2722 msnm  
Ref./Condición : CC180183

**MUESTREO** Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM<sup>1</sup>  
Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 13 Agosto/2018  
Fecha de análisis : 13 de Agosto al 20 de Agosto/2018  
Cotización N° : CO180447

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	E 2
					Fecha de muestreo	12/08/2018
					Hora de muestreo	10:00
					Código del Laboratorio	AG180373
<b>SM</b>	<b>SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN</b>					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B - Versión 2012 (*)	.....		7.870
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.92
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		11.5
SM34	Sólidos totales disueltos (en campo)	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		94
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FISIQUÍMICOS</b>					
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	APHA 2320 B (*)	1		45.13
FQ05	Carbonatos	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ10	Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	APHA 4500-Cl B (*)	1		2
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		127.1
FQ33	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		29
<b>MT</b>	<b>METALES TOTALES</b>					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		< 0.002
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		13.1
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.019
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500-Mg E (*)	0.05		< 0.05
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.010
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010
MT25	Potasio total	mg/l K	Kalignost turbidimétrico (*)	5.0		< 5.0
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		< 0.05
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral (*)	1.0		4.8

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 20 de Agosto de 2018

*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
COP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

Página 1 de 1

E-mail: labfcam@hotmail.com



**INFORME DE MEDICION DE CAUDAL (AFORO)**

**RAZON SOC.:** DAYSI GONZALES SILVA  
**COTIZACION:** N° CD180447  
**MATRIZ:** AN - Asp  
**ESTACION:** E 2  
**PERSONAL:** JOSELYN JESSICA SALAZAR CORPUS  
 RIO MANCOS, CENTRO POBLADO DE  
 CHIMPAMANCO, DISTRITO DE MANCOS,  
**PROCEDE:** PROVINCIA DE YUNGAY, ANCASH  
**METODO:** Correntometro - Automatico  
**NORMA:** R. J. N° 010-2016-ANA  
**FUENTE:** R.J. N° 182-2011-ANA  
**EQUIPO:** Correntometro  
**MARCA:** Global Water  
**MODELO:** FP111  
**SERIE N°:** 1302000240  
**RANGO DE MEDICION:** 0.1 - 50.0 m<sup>3</sup>/s  
**RANGOS DE VELOCIDAD:** 0.1 - 19.9 Ft/s  
**EXACTITUD:** 0.1 Ft/s

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del correntómetro
cm	cm
<15	d/2
15-45	0.6d
>45	0.2 d y 0.8 d o 0.2 d y 0.6 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

N°	ANCHO DEL CAUCE (m)	DISTANCIA ENTRE PTS (cm)	TIRANTE (cm)	PORCENT. (%)	VELOCIDADES (ft/s)								
					1	2	3	4	5	6	7	8	
1	8	0	28	60	1.0	0.8	0.8	1.1	1.2	0.8	1.2	0.8	
2	8	100	18	60	0.6	0.8	0.5	0.6	0.5	0.8	0.7	0.8	
3	8	200	50	60	2.5	2.3	2.1	2.6	2.5	2.3	2.1	2.3	
4	8				3.3	3.7	3.5	3.6	3.8	3.3	3.7	3.5	
5	8	300	45	60	1.2	1.0	1.2	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3	
6	8				2.7	2.5	2.9	2.7	3.1	2.5	2.3	2.7	
7	8	400	35	60	1.3	1.7	1.2	1.7	1.9	1.5	1.9	1.7	
8	8	500	25	60	0.6	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	0.6	0.8	
9	8	600	36	60	2.9	3.3	3.5	3.1	3.3	3.5	3.3	3.5	
10	8	700	20	60	1.5	1.7	1.5	1.7	1.5	1.5	1.6	1.7	
11	8	800	12	50	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	

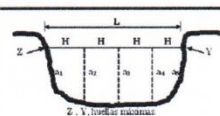
Nota: Medicion de velocidades de acuerdo al tirante: 20%, 60% y 80%

$V_{p1} = 0.3048$  m/s

N°	ANCHO (m)	DISTANCIA (m)	TIRANTE (m)	VELOCIDADES (m/s)								VEL (m/s)	V.prom. (m/s)
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	8	0.00	0.28	0.30	0.24	0.24	0.34	0.37	0.24	0.37	0.24	0.29	0.29
2	8	1.00	0.18	0.18	0.24	0.15	0.18	0.15	0.24	0.21	0.24	0.20	0.20
3	8	2.00	0.50	0.76	0.70	0.64	0.79	0.76	0.70	0.64	0.70	0.71	0.90
4	8				1.01	1.13	1.07	1.10	1.16	1.01	1.13	1.07	1.08
5	8	3.00	0.45	0.37	0.30	0.37	0.30	0.40	0.30	0.30	0.40	0.34	0.58
6	8				0.82	0.76	0.88	0.82	0.94	0.76	0.70	0.82	0.82
7	8	4.00	0.35	0.40	0.52	0.37	0.52	0.58	0.46	0.58	0.52	0.49	0.49
8	8	5.00	0.25	0.18	0.30	0.30	0.24	0.24	0.30	0.18	0.24	0.25	0.25
9	8	6.00	0.36	0.88	1.01	1.07	0.94	1.01	1.07	1.01	1.07	1.01	1.01
10	8	7.00	0.20	0.46	0.52	0.46	0.52	0.46	0.46	0.49	0.52	0.48	0.48
11	8	8.00	0.12	0.12	0.09	0.12	0.06	0.09	0.12	0.06	0.09	0.10	0.10

N°	VELOCIDADES		AREA			CAUDAL		
	V.prom. (m/s)	V. area (m/s)	Distancias (m)	Tirante, h <sub>s</sub> (m)	Altura, H (m)	Area <sup>2</sup> total (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)
1	0.29		0.00	0.28				
2	0.20	0.24765	1.00	0.18	1.00	0.2300	0.0570	56.9595
3	0.90	0.5495925	2.00	0.50	1.00	0.3400	0.1869	186.861
5	0.58	0.7381875	3.00	0.45	1.00	0.4750	0.3506	350.639
7	0.49	0.535305	4.00	0.35	1.00	0.4000	0.2141	214.122
8	0.25	0.371475	5.00	0.25	1.00	0.3000	0.1114	111.443
9	1.01	0.62865	6.00	0.36	1.00	0.3050	0.1917	191.738
10	0.48	0.744855	7.00	0.20	1.00	0.2800	0.2086	208.559
11	0.10	0.28956	8.00	0.12	1.00	0.1600	0.0463	46.3296
<b>Total</b>							<b>1.3667</b>	<b>1366.65</b>

**CALCULO DE AREA**



$$A = \frac{(h_1 + h_2)H}{2}$$

Nota: Ancho del cauce (m) 8.00

**CAUDAL TOTAL (l/s) 1366.65**

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. Los contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N° 200 - Huaraz - Ancash, Telef. 421 431 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com