

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Tesis**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE DIATOMEAS  
(BACILLARIOPHYTA) DE LOS TRIBUTARIOS DE LA MICROCUENCA  
PIURAY- KORIMARCA, CHINCHERO-URUBAMBA**

**Presentado por:**

Bach. HERMES RICARDO HUAMAN HUAMAN

Bach. YOVANA HUALLPA NINA

**Para optar el título profesional de Biólogo**

**ASESORA:**

Dra. MARIA ENCARNACIÓN HOLGADO ROJAS

**COASESORA:**

Blga. GIOVANNA MERCY ATAUCONCHA  
BECERRA

CUSCO-PERÚ

2023

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: Evaluación de la calidad del agua mediante diatomeas (Bacillariophyta) de los tributarios de la microcuenca Piray-Karimaca, Chuscha-Urubamba. presentado por: Josana Huallpa Nina y Hermanos Ricardo Humaní Human con Nro. de DNI: 73354158 y 48320345, para optar el título profesional/grado académico de Título de Bióloga

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por..... veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de.....3%.....

## Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 01 de marzo de 2023

Maria E. Holsado Rojas

Firma

Post firma Maria E. Holsado Rojas

Nro. de DNI 23912951

### Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

NOMBRE DEL TRABAJO

Evaluación de la calidad del agua mediante diatomeas (bacillariophyta) de los tributarios de la micr

AUTOR

Hermes Huaman H Yovana Huallpa N.

RECUENTO DE PALABRAS

55249 Words

RECUENTO DE CARACTERES

300217 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

325 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

13.4MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 18, 2022 6:25 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 18, 2022 6:58 AM GMT-5

[Recorte de](#)

### ● 3% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

## ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	IV
JUSTIFICACIÓN.....	VI
HIPÓTESIS.....	VII
OBJETIVO.....	VIII

### CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación .....	9
1.1.1. Antecedentes internacionales .....	9
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	10
1.1.3. Antecedentes locales .....	10
1.2 Bases teóricas .....	12
1.2.1 Agua .....	12
1.3 Cuencas hidrográficas .....	13
1.4 Ecosistemas lóticos .....	13
1.5 Contaminación de los ecosistemas lóticos .....	13
1.6 Bioindicadores.....	14
1.6.1 Ventajas de los bioindicadores.....	14
1.7 Perifiton.....	15
1.8 División Bacillariophyta .....	16
1.8.1 Morfología.....	17
1.8.2 Posición taxonómica .....	20
1.9 Índice de diversidad .....	21
1.10 Parámetros físico - químicos.....	21
1.11. Parámetros bacteriológicos .....	24
1.12 Índice de Calidad el Agua (ICA).....	24
1.13 Estándares de calidad ambiental para el Agua (ECA) .....	26
1.14 Índices bióticos.....	28
1.15 Análisis de correspondencia Canónica.....	29
1.16 Marco legal.....	30

### CAPÍTULO II: ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación política .....	31
2.2 Ubicación geográfica.....	31
2.3 Ubicación geomorfológica .....	31

2.4 Ubicación hidrográfica.....	33
2.5 Accesibilidad.....	33
2.6 Clima.....	35
2.7 Descripción del área de estudio.....	36
2.7.1 Zonas de vida .....	36
2.8 Aspectos socioeconómicos.....	38

### CAPÍTULO III : MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.....	39
3.1.1 Materiales de Campo.....	39
3.1.2 Materiales de Laboratorio .....	39
3.1.3 Material Biológico.....	40
3.1.4 Reactivos .....	40
3.2 Metodología .....	41
3.2.1 Tipo y nivel de investigación .....	41
3.2.2 Técnicas de recolección de la información. ....	41
3.2.3 Métodos.....	42
3.2.3.1 Ubicación de puntos de muestreo.....	42
3.2.3.2 Toma de muestras.....	45
3.2.3.3. Identificación de los géneros de diatomeas .....	47
3.2.4 Índices de diversidad .....	47
3.2.4.1 Diversidad Alfa.....	49
3.2.4.2 Diversidad Beta.....	50
3.2.5 Determinación del Índice Diatómico General (IDG).....	51
3.2.6 Determinación de parámetros físico – químicos.....	53
3.2.7 Estimación del Índice de Calidad de Agua General “ICA-NSF”.....	58
3.2.8 Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).....	61

### CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición de Bacillariophyta a nivel de género de los tributarios Microcuenca Piuray-Korimarca.....	62
4.2 Determinación del índice de diversidad .....	67
4.3 Calidad de agua mediante el Índice Diatómico Generalizado .....	71
4.4 Análisis fisicoquímicos del agua mediante ICA-NSF.....	76
4.4.1 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Ravilchaca .....	76
4.4.2 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Pongobamba .....	93

4.4.3 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Ocotuan .....	110
4.4.4 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Huila Huila .....	127
4.4.5 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Maychu .....	144
4.5. Análisis de Correspondencia canónica. (ACC).....	161
DISCUSIONES .....	181
CONCLUSIONES .....	182
BIBLIOGRAFÍA.....	186

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Estructura de una diatomea (Zepeda Gómez, 2019) .....	18
<b>Figura2:</b> Ciclo reproductivo de las diatomeas (Lora Vilchis et al., 2020).....	19
<b>Figura 3:</b> Mapa de ubicación de la Microcuenca Piuray- Korimarca.....	34
<b>Figura 4:</b> Climatodiagrama de la microcuenca Piuray Korimarca (SENAMHI 2011-2021)...	36
<b>Figura 5:</b> Ubicación de los puntos de muestreo.....	44
<b>Figura 6:</b> Toma de muestra y tratamiento de las muestras biológicas para la determinación de Bacillariophyta según (APHA, 1992).....	46
<b>Figura 7:</b> Método de Winkler para medir concentración de OD(APHA, AWWA, WPCF, 2010).	54
<b>Figura 8:</b> Método espectrofotométrico para determinar concentración de nitratos (APHA, AWWA, WPCF, 2010).....	55
<b>Figura 9:</b> Método colorimétrico de ácido Vanadomolibdofosfórico (APHA, AWWA, WPCF, 2010).....	56
<b>Figura 10:</b> Curvas de función del ICA-NSF propuestas por Brown (SNET, 2012).....	59
<b>Figura 11:</b> Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca época de secas y Lluvias.....	62
<b>Figura 12:</b> Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba época de secas y Lluvias.....	63
<b>Figura 13:</b> Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan época de secas y Lluvias.....	64
<b>Figura 14:</b> Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Huila- Huila en la época de secas y Lluvias.....	65
<b>Figura 15:</b> Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu época de secas y Lluvias.....	66
<b>Figura 16:</b> Índice de similitud Jaccard de Bacillariophyta para la época de secas.....	69
<b>Figura 17:</b> Índice de similitud de Jaccard de Bacillariophyta para la época de lluvias.....	70
<b>Figura 18:</b> Variación de temperatura en cada estación de muestro del tributario Ravilchaca.....	76
<b>Figura 19:</b> Curva de función para la temperatura en la época de secas.....	77
<b>Figura 20:</b> Curva de función para la temperatura en la época de lluvia.....	77
<b>Figura 21:</b> Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Ravilchaca.....	78
<b>Figura 22:</b> Curva de función para la turbidez en la época de secas.....	79
<b>Figura 23:</b> Curva de función para la turbidez en la época de lluvia.....	79
<b>Figura 24:</b> Variación de pH en cada estación de muestreo del tributario Ravilchaca.....	80
<b>Figura 25:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	81
<b>Figura 26:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	81
<b>Figura 27:</b> Variación de Sólidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Ravilchaca.....	82
<b>Figura 28:</b> Curva de función para los Sólidos Totales Disueltos en la época secas.....	83
<b>Figura 29:</b> Curva de función para los Sólidos Totales Disueltos en la época lluvia.....	83
<b>Figura 30:</b> Variación de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo del tributario Ravilchaca.....	84

<b>Figura 31:</b> Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de secas.....	85
<b>Figura 32:</b> Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de lluvia.....	85
<b>Figura 33:</b> Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Ravilchaca.....	86
<b>Figura 34:</b> Curva de función para los nitratos en la época de secas.....	87
<b>Figura 35:</b> Curva de función para los nitratos en la época de lluvias.....	87
<b>Figura 36:</b> Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Ravilchaca.....	88
<b>Figura 37:</b> Curva de función para fosfatos en la época de secas.....	89
<b>Figura 38:</b> Curva de función para fosfatos de la época de lluvia.....	89
<b>Figura 39:</b> Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Ravilchaca.....	90
<b>Figura 40:</b> Curva de función Coliformes en la época de secas.....	91
<b>Figura 41:</b> Curva de función Coliformes en la época de lluvia.....	91
<b>Figura 42:</b> Variación de temperatura en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	93
<b>Figura 43:</b> Curva de función para la temperatura en la época de secas.....	94
<b>Figura 44:</b> Curva de función para la temperatura en la época de lluvia.....	94
<b>Figura 45:</b> Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	95
<b>Figura 46:</b> Curva de función para la turbidez en la época de secas.....	96
<b>Figura 47:</b> Curva de función para la turbidez en la época de lluvia.....	96
<b>Figura 48:</b> Variación de pH en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	97
<b>Figura 49:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	98
<b>Figura 50:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	98
<b>Figura 51:</b> Variación de Solidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	99
<b>Figura 52:</b> Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época secas.....	100
<b>Figura 53:</b> Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de lluvia.....	100
<b>Figura 54:</b> Variación de Oxígeno Disuelto en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	101
<b>Figura 55:</b> Curva de función para porcentaje de saturación de oxígeno disuelto épocas secas.....	102
<b>Figura 56:</b> Curva de función para porcentaje de saturación de oxígeno disuelto época lluvias.....	102
<b>Figura 57:</b> Variación de nitratos en cada estaciones de muestreo del tributario Pongobamba.....	103
<b>Figura 58:</b> Curva de función para los nitratos en la época secas.....	104
<b>Figura 59:</b> Curva de función para los nitratos en la época lluvia.....	104
<b>Figura 60:</b> Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	105
<b>Figura 61:</b> Curva de función para los fosfatos en la época de secas.....	106
<b>Figura 62:</b> Curva de función para los fosfatos en la época de lluvias.....	106
<b>Figura 63:</b> Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.....	107
<b>Figura 64:</b> Curva de función para los coliformes en la época secas.....	108
<b>Figura 65:</b> Curva de función para los coliformes en la época lluvias.....	108



<b>Figura 66:</b> Variación de temperatura en cada estación de muestreo para el tributario Ocotuan.....	110
<b>Figura 67:</b> Curva de función para la temperatura en la época de lluvia.....	111
<b>Figura 68:</b> Curva de función para la temperatura en la época de secas.....	111
<b>Figura 69:</b> Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	112
<b>Figura 70:</b> Curva de función para la turbidez en la época de secas.....	113
<b>Figura 71:</b> Curva de función para la turbidez en la época de lluvias.....	113
<b>Figura 72:</b> Variación de pH en cada en la estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	114
<b>Figura 73:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	115
<b>Figura 74:</b> Curva de función para el pH en la época de lluvias.....	115
<b>Figura 75:</b> Variación de Solidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	116
<b>Figura 76:</b> Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de secas.....	117
<b>Figura 77:</b> Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de lluvias.....	117
<b>Figura 78:</b> Variación de oxígeno disuelto en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	118
<b>Figura 79:</b> Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de sequía.....	119
<b>Figura 80:</b> Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de lluvias.....	119
<b>Figura 81:</b> Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	120
<b>Figura 82:</b> Curva de función para los nitratos en la época de secas.....	121
<b>Figura 83:</b> Curva de función para los nitratos en la época de lluvias.....	121
<b>Figura 84:</b> Variación de fosforo en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	122
<b>Figura 85:</b> Curva de función para los fosfatos en la época de secas.....	123
<b>Figura 86:</b> Curva de función para los fosfatos en la época de lluvia.....	123
<b>Figura 87:</b> Variación de coliformes del tributario en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.....	124
<b>Figura 88:</b> Curva de función de los coliformes para la época de secas.....	125
<b>Figura 89:</b> Curva de función de los coliformes para la época de lluvias.....	125
<b>Figura 90 :</b> Variación de temperatura en cada estación de muestreo del tributario de Huila-Huila.....	127
<b>Figura 91:</b> Curva de función para la temperatura en la época de secas.....	128
<b>Figura 92:</b> Curva de función para la temperatura en la época de lluvias.....	128
<b>Figura 93:</b> Variación de turbidez del tributario en cada estación de muestreo del Huila-Huila.....	129
<b>Figura 94:</b> Curva de función para la turbidez en la época de secas.....	130
<b>Figura 95:</b> Curva de función para la turbidez en la época de lluvias.....	130
<b>Figura 96:</b> Variación de pH en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.....	131
<b>Figura 97:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	132
<b>Figura 98:</b> Curva de función para el pH en la época de lluvias.....	132
<b>Figura 99:</b> Variación de solidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Huila -Huila.....	133
<b>Figura 100:</b> Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de secas.....	134

<b>Figura 101:</b> Curva de función para los Sólidos Totales Disueltos en la época de lluvias.....	134
<b>Figura 102:</b> Variación de oxígeno disuelto en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.....	135
<b>Figura 103:</b> Curva de función para oxígeno disuelto en la época de secas.....	136
<b>Figura 104:</b> Curva de función para oxígeno disuelto en la época de lluvias.....	136
<b>Figura 105:</b> Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.....	137
<b>Figura 106:</b> Curva de función para los nitratos en la época de secas.....	138
<b>Figura 107:</b> Curva de función para los nitratos en la época de lluvias.....	138
<b>Figura 108:</b> Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.....	139
<b>Figura 109:</b> Curva de función para los fosfatos en la época secas.....	140
<b>Figura 110:</b> Curva de función para los fosfato sen la época lluvias.....	140
<b>Figura 111:</b> Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.....	141
<b>Figura 112:</b> Curva de función de los coliformes termotolerantes en la época de secas.....	142
<b>Figura 113:</b> Curva de función de lo coliformes termotolerantes en la época de lluvias.....	142
<b>Figura 114:</b> Variación de la temperatura en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	144
<b>Figura 115:</b> Curva de función para la temperatura en la época de secas.....	145
<b>Figura 116:</b> Curva de función para la temperatura en la época de lluvias.....	145
<b>Figura 117:</b> Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	146
<b>Figura 118:</b> Curva de función para la turbidez en la época de secas.....	147
<b>Figura 119:</b> Curva de función para la turbidez en la época de lluvias.....	147
<b>Figura 120:</b> Variación de pH en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	148
<b>Figura 121:</b> Curva de función para el pH en la época de secas.....	149
<b>Figura 122:</b> Curva de función para el pH en la época de lluvias.....	149
<b>Figura 123:</b> Variación de sólidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	150
<b>Figura 124:</b> Curva de función para los sólidos totales disueltos en la época de secas.....	151
<b>Figura 125:</b> Curva de función para los sólidos totales disueltos en la época de lluvias.....	151
<b>Figura 126:</b> Variación de oxígeno disuelto en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	152
<b>Figura 127:</b> Curva de función para oxígeno disuelto en la época de secas.....	153
<b>Figura 128:</b> Curva de función para oxígeno disuelto en la época de lluvias.....	153
<b>Figura 129:</b> Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	154
<b>Figura 130:</b> Curva de función de los nitratos en la época de secas.....	155
<b>Figura 131:</b> Curva de función de los nitratos en la época de lluvias.....	155
<b>Figura 132:</b> Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	156
<b>Figura 133:</b> Curva de función para los fosfatos en la época de secas.....	157
<b>Figura 134:</b> Curva de función para los fosfatos en la época de lluvias.....	157
<b>Figura 135:</b> Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Maychu.....	158

<b>Figura 136:</b> Curva de función para los coliformes de la época de secas.....	159
<b>Figura 137:</b> Curva de función para los coliformes de la época de lluvias.....	159
<b>Figura 138:</b> Análisis de correspondencia canónica muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes termotolerantes época de secas-Ravilchaca.....	161
<b>Figura 139</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas-Ravilchaca.....	162
<b>Figura 140:</b> Análisis de correspondencia canónica) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes secas-Pongobamba.....	163
<b>Figura 141:</b> Análisis de correspondencia canónica) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas Pongobamba...	164
<b>Figura 142 :</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes termotolerantes secas-Pongobamba.....	165
<b>Figura 143:</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas-Pongobamba.....	166
<b>Figura 144:</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes secas-Huila Huila.....	67
<b>Figura 145:</b> Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas- Huila Huila.....	168
<b>Figura 146 :</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes termotolerantes – Maychu.....	169
<b>Figura 147:</b> Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH nitratos, fosfatos, y solidos disueltos - Maychu.....	170
<b>Figura 148:</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes – Ravilchaca.....	171
<b>Figura 149:</b> Análisis de Correspondencia Canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH nitratos, fosfatos, y solidos disueltos - Ravilchaca.....	172
<b>Figura 150:</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes Ravilchaca.....	173
<b>Figura 151:</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos y Total solidos disueltos – Ravilchaca.....	174
<b>Figura 152:</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes - Ocotuan.....	175
<b>Figura 153</b> Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos – Ocotuan.....	176

**Figura 154:** *Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes - Huila Huila* .....177

**Figura 155:** *Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes - Maychu*.....178

**Figura 156:** *Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes termotolerantes - Maychu*.....179

**Figura 157:** *Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos - Maychu* .....180

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Factores de ponderación de los subíndices para cada parámetro del ICA -NSF (Jiménez J & Vélez O, 2006) .....	26
<b>Tabla 2:</b> Valores asignados del índice diatómico generalizado (Coste & Ayphassorho, 1991) ..	29
<b>Tabla 3:</b> Datos de la estación meteorológica de Calca (2011-2021) SENAMHI (2011-2021)...	35
<b>Tabla 4:</b> Estaciones de muestreo de la microcuenca Piuray- Korimarca .....	43
<b>Tabla 5:</b> Taxones utilizados como indicadores de calidad del agua para determinar IDG. (Coste & Ayphassorho, 1991) .....	52
<b>Tabla 6:</b> Parámetros físicos-químicos evaluados .....	57
<b>Tabla 7:</b> Clasificación del “ICA – NSF 1970” propuesto por Brown (Lobos, 2002) .....	58
<b>Tabla 8:</b> $W_i$ recalculado para 8 parámetros evaluados .....	59
<b>Tabla 9:</b> Solubilidad de Oxígeno en agua dulce .....	60
<b>Tabla 10:</b> Índice de Simpson de los tributarios para época de secas .....	67
<b>Tabla 11:</b> Índice de Simpson de los tributarios para la época de lluvias .....	67
<b>Tabla 12:</b> Índice de Shannon-H de los tributarios para la época de secas .....	68
<b>Tabla 13:</b> Índice de Shannon-H de los tributarios para la época de lluvias .....	68
<b>Tabla 14:</b> Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad de agua mediante el IDG del tributario Ravilchaca. ....	71
<b>Tabla 15:</b> Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Pongobamba .....	72
<b>Tabla 16:</b> Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Ocotuan .....	73
<b>Tabla 17:</b> Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Huila-Huila .....	74
<b>Tabla 18:</b> Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Maychu .....	75
<b>Tabla 19:</b> Valores de temperatura para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	76
<b>Tabla 20:</b> $Sub_6$ para el parámetro de temperatura .....	77
<b>Tabla 21:</b> Valores de Turbidez para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	78
<b>Tabla 22:</b> $Sub_7$ para el parámetro de turbidez .....	79
<b>Tabla 23:</b> Valores de pH para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	80
<b>Tabla 24:</b> $Sub_2$ para el parámetro del pH .....	81
<b>Tabla 25:</b> Valores de Sólidos Totales Disueltos para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	82
<b>Tabla 26:</b> $Sub_8$ para el parámetro Sólidos Totales Disueltos .....	83
<b>Tabla 27:</b> Valores de oxígeno disuelto para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo. ....	84
<b>Tabla 28:</b> Porcentaje de saturación de oxígeno .....	85
<b>Tabla 29:</b> $Sub_9$ para el parámetro de porcentaje de saturación de oxígeno .....	85

<b>Tabla 30:</b> Valores de nitratos del agua para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	86
<b>Tabla 31:</b> Sub <sub>4</sub> para el parámetro de nitratos .....	87
<b>Tabla 32.:</b> Valores de fosfatos del agua para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	88
<b>Tabla 33:</b> Sub <sub>10</sub> para el parámetro fosfatos .....	89
<b>Tabla 34:</b> Valores de coliformes del agua para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo .....	90
<b>Tabla 35:</b> Sub <sub>3</sub> para el parámetro de Coliformes .....	91
<b>Tabla 36:</b> Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA-NSF) y los (ECA) del tributario Ravilchaca.....	92
<b>Tabla 37:</b> Valores de temperatura para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo .....	93
<b>Tabla 38:</b> Sub <sub>6</sub> para el parámetro de temperatura .....	94
<b>Tabla 39:</b> Valores de turbidez para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo .....	95
<b>Tabla 40:</b> Sub <sub>7</sub> para el parámetro de temperatura .....	96
<b>Tabla 41:</b> Valores de pH para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo ....	97
<b>Tabla 42:</b> Sub <sub>2</sub> para el parámetro pH .....	98
<b>Tabla 43:</b> Valores de Solidos Totales Disueltos para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.....	99
<b>Tabla 44:</b> Sub <sub>8</sub> para el parámetro Solidos Totales Disueltos .....	100
<b>Tabla 45:</b> Valores de Oxígeno Disuelto del agua para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.....	101
<b>Tabla 46:</b> Sub <sub>9</sub> para el parámetro porcentaje de saturación de oxígeno disuelto .....	102
<b>Tabla 47:</b> Valores de nitratos del agua para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo .....	103
<b>Tabla 48</b> Sub <sub>4</sub> para el parámetro nitratos .....	104
<b>Tabla 49:</b> Valores de fosfatos del agua para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo. ....	105
<b>Tabla 50:</b> Sub <sub>5</sub> para el parámetro fosfatos. ....	106
<b>Tabla 51:</b> Valores de coliformes del agua para el tributario Pongobamba.....	107
<b>Tabla 52:</b> Sub <sub>1</sub> para el parámetro coliformes.....	108
<b>Tabla 53:</b> Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los (ECA) del tributario Pongobamba.....	109
<b>Tabla 54:</b> Valores de temperatura para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo .....	110
<b>Tabla 55:</b> Sub <sub>6</sub> para el parámetro de temperatura .....	111
<b>Tabla 56:</b> Valores de turbidez para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo ..	112
<b>Tabla 57:</b> Sub <sub>7</sub> para el parámetro de temperatura.....	113
<b>Tabla 58:</b> Valores de pH para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.....	114
<b>Tabla 59:</b> Sub <sub>2</sub> para el parámetro pH .....	115

<b>Tabla 60:</b> valores de solidos totales Disueltos del agua para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.....	116
<b>Tabla 61:</b> Sub <sub>8</sub> para el parámetro Solidos Totales Disueltos .....	117
<b>Tabla 62:</b> Valores de Oxígeno Disuelto del agua para el tributario Ocotuan .....	118
<b>Tabla 63:</b> Sub <sub>9</sub> para el parámetro oxígeno disuelto. ....	119
<b>Tabla 64:</b> Valores de nitratos del agua para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo. ....	120
<b>Tabla 65:</b> Sub <sub>4</sub> para el parámetro nitratos.....	121
<b>Tabla 66:</b> Valores de Nitratos para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo ..	122
<b>Tabla 67:</b> Sub <sub>5</sub> para el parámetro fosfatos .....	123
<b>Tabla 68:</b> Valores de coliformes para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo. ....	124
<b>Tabla 69:</b> Sub <sub>1</sub> para el parámetro coliformes.....	125
<b>Tabla 70:</b> Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los ECA del tributario Ocotuan .....	126
<b>Tabla 71:</b> Valores de temperatura para el tributario Huila Huila en las 03 estaciones de muestreo. ....	127
<b>Tabla 72:</b> Sub <sub>6</sub> para el parámetro de temperatura .....	128
<b>Tabla 73:</b> Valores de turbidez para el tributario Huila -Huila en las estaciones de muestreo	129
<b>Tabla 74:</b> Sub <sub>7</sub> para el parámetro de turbidez .....	130
<b>Tabla 75:</b> Valores de pH para el tributario Huila- Huila .....	131
<b>Tabla 76:</b> Sub <sub>2</sub> para el parámetro pH .....	132
<b>Tabla 77:</b> Valores de Solidos Totales Disueltos del agua para el tributario Huila- Huila.....	133
<b>Tabla 78:</b> Sub <sub>8</sub> para el parámetro Solidos Totales Disueltos .....	134
<b>Tabla 79:</b> Valores de Oxígeno Disuelto del agua para el tributario Huila- Huila .....	135
<b>Tabla 80:</b> Sub <sub>9</sub> para el parámetro oxígeno disuelto .....	136
<b>Tabla 81:</b> Valores de nitratos del agua para el tributario Hila Huila .....	137
<b>Tabla 82:</b> Sub <sub>4</sub> para el parámetro nitratos .....	138
<b>Tabla 83:</b> Valores de fosfatos del agua para el tributario Huila- Huila.....	139
<b>Tabla 84:</b> Sub <sub>5</sub> para el parámetro fosfatos .....	140
<b>Tabla 85:</b> Valores de coliformes fecales del agua para el tributario Huila Huila.....	141
<b>Tabla 86:</b> Sub <sub>1</sub> para el parámetro coliformes totales .....	142
<b>Tabla 87:</b> Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los (ECA) del tributario Huila - Huila .....	143
<b>Tabla 88:</b> Valores de temperatura para el tributario Maychu .....	144
<b>Tabla 89:</b> Sub <sub>6</sub> para el parámetro de temperatura época de secas.....	145
<b>Tabla 90:</b> Valores de turbidez para el tributario Maychu.....	146
<b>Tabla 91:</b> Sub <sub>7</sub> para el parámetro de turbidez .....	147
<b>Tabla 92:</b> Valores de turbidez para el tributario Maychu.....	148
<b>Tabla 93:</b> Sub <sub>4</sub> para el parámetro pH .....	149
<b>Tabla 94:</b> Valores de solidos totales del agua para el tributario Maychu .....	150
<b>Tabla 95:</b> Sub <sub>8</sub> para el parámetro Solidos Totales Disueltos .....	151
<b>Tabla 96:</b> Valores de solidos totales del agua para el tributario Maychu .....	152

<b>Tabla 97:</b> <i>Sub<sub>9</sub> para el parámetro porcentaje de oxígeno disuelto</i> .....	153
<b>Tabla 98:</b> <i>Valores de nitratos del agua para el tributario Maychu</i> .....	154
<b>Tabla 99:</b> <i>Sub<sub>4</sub> para el parámetro nitratos</i> .....	155
<b>Tabla 100:</b> <i>Valores de nitratos del agua para el tributario Maychu</i> .....	156
<b>Tabla 101:</b> <i>Sub<sub>5</sub> para el parámetro fosfatos</i> .....	157
<b>Tabla 102:</b> <i>Valores de coliformes del agua para el tributario Maychu</i> .....	158
<b>Tabla 103:</b> <i>Sub<sub>1</sub> para el parámetro coliformes</i> .....	159
<b>Tabla 104:</b> <i>Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los (ECA) del tributario Maychu</i> .....	160



## GLOSARIO

ERC-01 = Ravilchaca Cabecera	ICA = Índice de Calidad de Agua
ERM-02 = Ravilchaca Medio	ECA = Estándares de Calidad Ambiental
ERD-03 = Ravilchaca Desembocadura	ACC = Análisis de Correspondencia Canónica
EPC-04 = Pongobamba Cabecera	μS = Microsegundos
EPM-05 = Pongobamba Medio	cm = Centímetros
EPD-06 = Pongobamba Desembocadura	mg = Miligramos
EOC-07 = Ocotuan Cabecera	L = Litro
EOM-08 = Ocotuan Medio	m.s.n.m = Metros Sobre el Nivel del Mar
EOD-09 = Ocotuan Desembocadura	MINAM = Ministerio del Ambiente
EHC-10 = Huila Huila Cabecera	DS = Decreto Supremo
EHM-11 = Huila Huila Medio	pH = Potencial de Hidrogeniones.
EHD-12 = Huila Desembocadura	NTU = Unidades Nefelométricas
EMC-13 = Maychu Cabecera	TDI = Índice Trófico de Diatomeas
EMD-14 = Maychu Desembocadura	IDP = Índice Pampeano de Diatomeas
R-S= Ravilchaca Secas	Q = Caudal
P-S= Pongobamba Secas	LMP = Límite Máximo Permisible
O-S= Ocotuan Secas	OD = Oxígeno Disuelto
H-S= Huila Huila Secas	ppm = Partes por Millón
M-S= Maychu Secas	CE =Conductividad eléctrica
R-LL= Ravilchaca Lluvias	TSD = Solidos Disueltos
P-LL= Pongobamba Lluvias	“WQI” (ICA-NSF) = Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del
O-LL= Ocotuan Lluvias	RPM = Revoluciones por Minuto
H-LL= Huila Huila Lluvias	MPK = Microcuenca Piuray-Korimarca
M-LL= Maychu Lluvias	
IDG = Índice Diatómico Generalizado	

## DEDICATORIA

*A Dios por protegerme y guiarme en las sendas de la vida, a mis padres Abraham Huallpa Mamani y Agripina Nina Vega, quienes son el pilar fundamental en mi vida y un ejemplo a seguir, a mis hermanos Pedro, Cristina, Ruth Erika, por su constante aliento y a mi esposo Hilder Quispe Lima por su comprensión, exigencia, apoyo y enseñanza ; sin ellos no hubiera podido lograr esta meta, gracias.*

*Yovana Huallpa*

*A DIOS por siempre estar en los momento más difíciles de mi vida, por guiarme y brindarme toda las fuerzas para avanzar, a mis padres Delfina y Ricardo por brindarme valores sólidos, sin ellos no podría haber alcanzado las metas que me he propuesto, reconozco su valor, esfuerzo y dedicación hacia mi pece alas dificultades , A ti mi cielo por regalarme tu paciencia, comprensión, y sobre todo por ser parte de esta etapa tan Importante, los amo con todo mi ser.*

*Hermes*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra Asesora Dra. María Encarnación Holgado Rojas y Co- asesora Blga. Giovanna Mercy Atauconcha Becerra por compartir sus conocimientos y su constante orientación en pos de lograr los objetivos planteados.

A la EPS. SEDACUSCO S.A, a la Gerencia de Operaciones, al Dpto. de Producción de Agua por la aceptación para el desarrollo del trabajo de investigación y a los integrantes del E. F de Control de Procesos de Producción de Agua, por brindarnos todas las facilidades para el desarrollo del trabajo de campo en la presente investigación

A Centro de Investigación CIPHAM, y nuestros compañeros por su amistad y colaboración en el montaje, conteo y toma de fotografías de las diatomeas en estudio, reafirmando el ideal de la investigación, la innovación y la perseverancia.

## RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba en los meses de Julio de 2021 a febrero-2022. Se establecieron 14 estaciones de muestreo a lo largo de los tributarios, con el objetivo de evaluar la calidad de agua, para ello la metodología empleada fue el índice de diversidad alfa y beta, IDG (índice diatómico generalizado), ICA-NSF (Índice de calidad de Agua-Fundación Nacional de Sanidad) y ACC (Análisis de Correspondencia Canónica); los resultados que se obtuvieron en cuanto a la composición fue 15 órdenes, 24 Familias y 44 géneros. Con respecto al índice de diversidad alfa, la mayor diversidad se presenta en Maychu para ambas épocas, la menor diversidad se dio en Ocotuan para la época de secas y Pongobamba para la temporada de lluvias. Según la diversidad beta, Pongobamba y Maychu presentan mayor similitud para época de secas y para época de lluvias Ocotuan y Huila Huila. Así mismo el IDG presentó calidad biológica media con eutrofización y calidad del agua regular, comparándose con los valores obtenidos de ICA-NSF, donde los tributarios se encuentran de buena a regular calidad hídrica, estos valores se encuentran dentro de la categoría 3 de los ECA para el agua. Mientras el ACC, presentó la siguiente relación: *Diatoma*, *Planotidium* y *Gyrosigma* (Temperatura), *Diatoma*, *Achnantidium*, *Reimeria*, *Melosira* y *Planotidium* (Nitratos), *Achnantidium*, *Ulnaria*, *Planotidium*, *Encyonema*, *Gomphonema*, *Reimeria*, *Pseudoestaurosira* y *Melosira* (Sólidos Disueltos Totales), *Melosira* y *Gomphonema* (OD), *Gomphonema* (fosfatos), *Gomphonema*, *Planotidium*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Reimeria* y *Pseudoestaurosira* (Turbidez), *Melosira* y *Achnantidium* (Nitratos), *Halamphora* (Coliformes) y *Stauroneis*, *Navicula*, *Surirella*, *Encyonema*, *Nitzschia* y *Amphora* (pH) en toda la etapa de monitoreo.

**Palabras Clave:** Calidad de Agua, Bacillariophyta, Índice Diatómico Generalizado.

## INTRODUCCIÓN

Los medios lóticos, que agrupan a los ríos, riachuelos y arroyos constituyen un recurso natural invaluable, en la actualidad, estos ecosistemas están experimentando cambios en su biodiversidad, calidad y cantidad por diversas actividades ya sean naturales o antrópicas ocasionando contaminación, destrucción y degradación (Sabater, 2009). Por lo que es importante conocer la composición del microbiota que los caracteriza ya que, a partir de ellas, se permite establecer ciertos parámetros, que van a determinar si se encuentran contaminadas o cumplen con los estándares de calidad (Duarte, 2014). Los sistemas hídricos albergan una gran variedad de organismos, por tanto, los impactos como la contaminación induce a cambios en la estructura de los taxones, la función biológica de los sistemas y de los propios individuos. “Tradicionalmente la valoración de los cursos fluviales se ha realizado en base a las características fisicoquímicas, sin embargo, en la actualidad varios países han complementado sus evaluaciones mediante el uso de indicadores biológicos” (Toro, 2003).

Bajo ese contexto, las algas constituyen taxones ecológicamente relevantes, ya que contribuyen en los procesos físicos, químicos y biológicos de los ríos y arroyos (Battin, 2003). Además, son importantes por ser bioindicadores, principalmente por su tolerancia y sensibilidad a los cambios ambientales y por sus ciclos de vida reducidos (Licursi, 2013). Para obtener una evaluación global e integradora del sistema acuático se necesitan indicadores efectivos que sean aplicables en diversos ecosistemas hídricos y que respondan a los cambios tanto a escala espacial como temporal (Burns, 2001).

El recurso hídrico en el Perú adolece de una planificación integral, el cual provoca el deterioro de su calidad y cantidad. En el específico caso de la región Cusco, el agua que abunda no es del todo buena para el consumo directo por la población debido a factores antrópicas, manejo de

agroquímicos, pasivos ambientales y vertimiento de aguas residuales. Es así, que la microcuenca Piuray- Korimarca se encuentra en constante cambio por la acción de los pobladores que habitan en los alrededores debido a que son fuentes de agua superficial.

Por lo que el presente estudio tiene la finalidad de evaluar la calidad del agua de los tributarios de la Microcuenca Piuray-Korimarca. utilizando a las algas Bacillariophyta como bioindicadores.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los tributarios de la Microcuenca-Piuray-Korimarca están ubicados en el distrito de Chinchero Provincia de Urubamba región Cusco, los cuales son afluentes de la laguna de Piuray, que es aprovechado para consumo humano en la ciudad del Cusco, la microcuenca a lo largo de su recorrido es utilizado en diferentes actividades antrópicas principalmente es receptor de la descarga de aguas residuales, ganadería y la agricultura que incrementan los fosfatos y nitratos, a raíz del uso indiscriminado de fitosanitarios. Por otro lado, la deforestación y los incendios son factores que deja al descubierto los suelos, cuyos nutrientes de la capa fértil son lavados por escorrentía y arrastrados a los tributarios hasta la laguna de Piuray, dichos sucesos incrementan el crecimiento de las microalgas, afectando el cuerpo de agua en su composición y produciendo cambios en los diferentes factores físicos, químicos y biológicos. A consecuencia de estos impactos negativos, se plantearon las siguientes preguntas:

### **Problema general**

¿Se podrá evaluar la calidad de agua de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba mediante la presencia de diatomeas (Bacillariophyta)?

### **Problemas específicos**

- 1.- ¿Cuál será la composición de Bacillariophyta a nivel de genero de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba?
- 2.- ¿La diversidad alfa y beta de las Bacillariophyta a nivel de genero de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero- Urubamba será alta?
- 3.- ¿Cuál será el Índice Diatómico Generalizado (IDG) de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba?

4.- ¿La calidad de agua según los parámetros los parámetros fisicoquímicos de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero -Urubamba de acuerdo con el ICA-NSF será buena?

5.- ¿Cómo será la correlación del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) de las diatomeas y los parámetros físicos-químicos de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero -Urubamba?



## **JUSTIFICACIÓN**

Conocer la calidad hídrica de los tributarios de la Microcuenca Piuray-Korimarca es muy importante, debido a que actualmente desembocan en la laguna de Piuray donde la EPS. SEDA CUSCO S.A, capta este recurso para consumo humano de la ciudad del Cusco. Por otro lado, el desarrollo de poblaciones aledañas a los tributarios genera diversos cambios en la concentración de nutrientes producto de sus actividades como la ganadería, agricultura e introducción de especies exóticas los cuales producen una alteración en la composición biológica, física, química y bacteriológica en estos cuerpos de agua, principalmente en las épocas marcadas del año (secas y lluvias). Por lo que, la presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar la diversidad de diatomeas como indicadores alternativos de la calidad el agua de los tributarios de la Microcuenca Piuray-Korimarca.

Así mismo la presente investigación servirán de línea base para tomar medidas y estrategias de conservación por parte de las autoridades competentes encargadas de la protección de los recursos hídricos de la Microcuenca Piuray-Korimarca.

## **HIPÓTESIS**

La presencia y/o ausencia de Bacillariophyta pueden evidenciar la calidad del agua de los tributarios en la Microcuenca Piuray Korimarca.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General.**

Evaluar la calidad de agua de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba, mediante la presencia de diatomeas (Bacillariophyta).

### **Objetivos Específicos.**

- 1.-Determinar la composición de Bacillariophyta a nivel de genero a lo largo de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero -Urubamba.
- 2.-Estimar los índices de diversidad alfa (Shannon y Simpson) y Beta (Jaccard) de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero -Urubamba.
- 3.- Valorar la calidad del agua mediante el IDG (Índice Diatómico Generalizado) de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba.
- 4.- Evaluar los parámetros físicos - químicos según los ICA-NSF (Índice de Calidad Agua-Fundación Nacional de Sanidad) de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero -Urubamba.
- 5.- Realizar el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) de las diatomeas presentes en función a los parámetros físico - químicos de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero- Urubamba.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

**Martínez D, et al. (2003)** Realizaron estudios durante 2000 y 2001 en la comunidad de diatomeas en el río Cuarto -Córdoba, Argentina donde los análisis multivariados de los datos (PCA y ACC) mostraron diferencias significativas en la composición química del agua, con relación a los diferentes tipos de sustratos de los puntos 1–10, sustentaron una comunidad epilítica de diatomeas asociada con baja conductividad del agua y sustratos de grava. Este consistió en *Achnanthes*, *Gomphonema*, *Reimeria*, *Fragilaria*, *Nitzschia* y aguas abajo sitios 11–19, se asociaron con alta conductividad, aguas de flujo rápido y sustratos más finos (arena, limo), que fueron colonizados por diatomeas de *Navicula* y *Nitzschia*.

**Daruich et al. (2020)** Estudiaron la estructura de la taxocenosis de diatomeas y su relación con variables ambientales en tres cuencas de la provincia de San Luis (Argentina), evaluaron la relación de riqueza, abundancia y diversidad de las especies de diatomeas, donde registraron parámetros hidráulicos y fisicoquímicos. La estructura de la comunidad se caracterizó por el predominio de las diatomeas pennales que se destacaron tanto cualitativa como cuantitativamente. Las variaciones de parámetros fisicoquímicos influyeron en la composición específica de las taxocenosis y en el que *Geissleria decussis*, *Epithemia sorex* y *Cymbella affinis* están relacionados con mayor caudal y pH, en tanto que *Navicula radiosa* y *Rophalodia gibba* estuvieron asociadas a la altitud y concentración del oxígeno disuelto, respectivamente.

### 1.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

**Mora et al. (2017)** Evaluaron la calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamaranga en la Libertad, Perú, durante los meses de junio y diciembre del año 2017, para ello utilizó parámetros fisicoquímicos: temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductibilidad eléctrica, fosfatos y sulfatos. Establecieron 4 puntos de muestreo a lo largo de la cuenca (entre los 3780 a 3725 m.s.n.m). Los resultados mostraron una calidad de agua variable entre buena a crítica en época de estiaje y de aceptable a crítica en época lluviosa; cumpliendo los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Categoría 3 y 4 establecidos en el DS N°004-2017 MINAM.

**Rodríguez F. (2019)** Aplicó los índices de calidad del agua, ICA-PE y NSF-WQI, en la cuenca Chancay –Lambayeque a partir de los resultados de monitoreo participativo realizados en diversos ríos y quebradas de la cuenca en tres años. Los principales ríos de la cuenca Chancay-Lambayeque cumplen en su mayoría con los valores ECA de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales, el índice ICA-PE para los ríos es más alto que el obtenido para las quebradas; alcanzando una clasificación buena y favorable tanto para ríos como en quebradas respectivamente, mientras que con el índice NSF-WQI se obtuvo una clasificación regular tanto para ríos como para quebradas.

### 1.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

**Rosas & Miranda G. (2015)** Estudiaron la estructura temporal y espacial de las comunidades planctónicas en diferentes estratos de la laguna Piuray y sus afluentes desde agosto del 2013 a julio 2014, en el que reportan la siguiente distribución espacial de la división Bacillariophyta en los tributarios *Achnanthes*, *Stauroneis*, *Girosigma*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Surirella*, *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Rhoicosphemia*, *Amphora*,

*Epitemia, Bacillaria, Nitzschia y Cyclotella. Ravilchaca (Cocconeis, Achnantidium, Gyrosigma, Diatoma, Rhopalodia, Denticula, Caloneis, Geissleria, Hippodonta y Pleurosigma), Pongobamba (Cocconeis, Achnantidium, Denticula y Caloneis), Maychu (Cocconeis, Ulnaria, Denticula y Nidium), Ocotuan (Cocconeis, Achnantidium, Diatoma, Rhopalodia, Denticula, Geissleria y Diploneis) y Huila-Huila (Achnantidium, Gyrosigma, Diatoma).*

**Cajavilca B. (2016)** Determinó el IDG y parámetros físico- químicos del agua en el circuito 4 lagunas Acomayo, Canas Cusco, los análisis fisicoquímicos indican la laguna de Pomacanchi y Pampamarca se encuentran dentro de los ECA para Agua categoría 4. La laguna de Acopia y Asnacocha no se encuentran dentro de los ECA, debido a la cantidad elevada de nitratos y aguas son saladas (Asnacocha). Con respecto a IDG, la laguna de Pampamarca presenta una calidad normal y una polución débil obteniendo una calidad de agua muy buena, Pomacanchi y la laguna de Acopia presentan una polución moderada y se encuentran en proceso de eutrofización dando como resultado una calidad de agua buena y la laguna de Asnacocha presenta una polución media y se encuentra en proceso de eutrofización acentuada obteniendo una calidad de agua regular.

**Quispe R. & Salas V. (2017)** Determinó la variación del índice de Calidad de Agua y biota acuática por la presencia de lixiviados, en 07 estaciones de muestreo a lo largo del río Jaquira, Cusco, donde los valores promedio del ICA, reporta una calidad “mala” para ambas temporadas del año con un valor promedio de 43.6 en cuanto a los valores de ECA se encuentra dentro de la categoría 3 y 4 son superados en la época de sequía y en la época de lluvia se encuentran dentro de las categorías en mención . Respecto al fitoplancton en la época

de secas se registraron 12 familias y 20 géneros y para la época de lluvias 11 familias y 15 géneros, presentándose en mayor porcentaje la familia *Naviculaceae* para ambas temporadas.

## **1.2 MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1 Agua**

El agua es el líquido más abundante de la corteza terrestre, cubre más del 70% de la superficie del planeta; se le encuentra en océanos, lagos, ríos, aire y suelo. Es la fuente o sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible, solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos, tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima. El agua que se encuentra en los océanos da cuenta de casi el 97.5% de agua del planeta; únicamente el 2.5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente solo en el 1% esta baja cantidad del agua de superficie fácilmente accesible se encuentra principalmente en lagos 52% y en humedales 38% (Fernández Cirelli, 2012).

### **1.2.2 Calidad del Agua**

La calidad de un ambiente acuático se puede definir como: Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones especiales y temporales debido a factores externos e internos del cuerpo de agua, la descripción de la calidad del agua puede realizarse básicamente de dos formas: Midiendo variables físicas (turbiedad, sólidos totales, etc.), químicas (pH, acidez, etc.) o biológicas (bioensayos), utilizando

un índice de calidad de agua. Ambas formas son acepadas y las medidas que se requieren se realizan, ya sea en campo o en el laboratorio, y producen varios tipos de datos que luego es necesario interpretar, antes de discutir las propiedades y características del agua (Sierra Ramírez, 2011).

### **1.3 Cuencas hidrográficas**

Es un espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conduce sus aguas a un río principal, a un río grande, a un lago o a un mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y entorno de la línea divisoria de las aguas (Naturales History Museun, 2004).

### **1.4 Ecosistemas lóticos**

Los ríos o ecosistemas de aguas superficiales loticas tienen como principal característica un flujo o recorrido unidireccional de sus aguas, encausadas, que se le conoce como caudal ( $Q$ ) y que por fenómenos de erosión, transporte y sedimentación forman los arroyos, riachuelos y ríos; donde la erosión fluvial, producto del flujo de agua, está asociada a la formación de los tajos, las gargantas, los desfiladeros y los cañones de paredes abruptas y de gran profundidad; así como ser la causa de la formación de los rápidos o rifles y las pozas o pools. Todos estos procesos se deben a la acción mecánica de las piedras arrastradas por la fuerza de la corriente del río abajo (Jacques F, 2015).

### **1.5 Contaminación de los ecosistemas lóticos**

Se presentan casos de extrema gravedad en la selva alta y sierra, donde se desarrolla la destrucción de la cobertura vegetal, tala de árboles, erosión del suelo, contaminación por actividades mineras y urbanas. Estas actividades llegan a afectar la calidad del agua y agotamiento de dicho



recurso. Por esta razón, es importante que se generen mecanismos que permitan establecer y realizar controles más severos perdurando en la necesidad de promover y emplear tecnologías de tratamiento que sean capaces de combatir los contaminantes nocivos presentes en diversos efluentes (Dias & Moedano, 2007).

## **1.6 Bioindicadores**

Son organismos que contienen información sobre aspectos cualitativos de la calidad del ambiente (Damborenea, 2005). Sirven para estimar cambios ambientales a través del tiempo de muchos ecosistemas acuáticos debido a su elevada sensibilidad a un amplio rango de contaminantes (Anco C, et al. 2012). Puede simplificar en gran medida las actividades de campo y laboratorio es así, su aplicación requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos de valores que califican la calidad del agua. Asimismo, el uso de bioindicadores se sustenta en que los sistemas bióticos presentan cualidades establecidas por sus propiedades eco fisiológicas, la dinámica poblacional y las reacciones, ante factores estresante como respuesta a los cambios físicos y químicos en las condiciones del ambiente (Damborenea, 2005). De igual manera, mediante el uso de indicadores biológicos es posible detectar eventos puntuales de toxicidad (Springer, 2010).

### **1.6.1 Ventajas de los bioindicadores**

Los organismos tienen una respuesta integradora con respecto a su medioambiente y a las fluctuaciones en la calidad del agua, los cuales no son detectados por análisis químicos intermitente. Se puede monitorear la evolución de estas especies permitiendo evaluar si el ecosistema acuático mantiene condiciones saludables que conserven la diversidad de las comunidades de organismos.

Constituyen un grupo de organismos muy diversificado, distribuyéndose sobre una gran variedad de ambientes acuáticos por todo el mundo presentan gran sensibilidad frente a la alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua, por lo que las comunidades de diatomeas reflejan con gran precisión las condiciones ambientales del medio en que se han desarrollado. La recogida, preparación y preservación de las muestras de fitobentos son relativamente simples permitiendo la obtención de resultados comparables y reproducibles a largo plazo (Blanco et al., 2007).

Los bajos costos y mayor proyección espacio/temporal que en la comparación con los de las mediciones instrumentales (Damborenea, 2005).

Sin embargo, el uso de bioindicadores también tiene sus limitaciones, especialmente para determinar la calidad de agua para consumo humano, porque no necesariamente detecta la presencia de patógenos o condiciones químicas potencialmente peligrosas para la salud humana (Springer, 2010).

### **1.7 Perifiton**

Son organismos, que viven pegados al sustrato, reflejan los cambios ocurridos por las alteraciones físicas y químicas la mayoría de estos organismos proporciona múltiples indicadores sensibles a cambios específicos del hábitat respondiendo a principalmente al aumento de nutrientes como fósforo y nitrógeno a tal punto de disminuir la diversidad y densidad poblacional, adicionalmente, están adaptados a un amplio intervalo de condiciones ecológicas y las valencias de tolerancia ambiental se conoce para la mayoría de las especies (Vicente et al. 2015).

## 1.8 División Bacillariophyta

Las diatomeas son organismos unicelulares eucarióticos microscópicos, solitarias o coloniales, y miden unas cuantas micras, pero algunas pueden crecer hasta 200 micra (Lora V, et al., 2020), cuyo contenido protoplasmático posee moléculas clorofílicas (clorofila a, c, betacaroteno y fucoxantina) puesto que son productores primarios y son responsables de la producción de alrededor del 20 % de oxígeno atmosférico (Yucra, 2005). La pared celular está compuesta por sílice conocida como frústulo, el que permite que no se degrade con el tiempo ni con la adición de ácidos y bases fuertes, el frústulo (Rivas F, 2010).

Son indicadores de la calidad del ambiente acuático puesto que responden rápidamente a las condiciones ambientales que se presentan en su entorno (Hernández G, 2012), tales como la temperatura, luz, conductividad, nutrientes, velocidad de la corriente, polución orgánica e inorgánica, acidificación, así como perturbaciones humanas (Estrada H, et al. 2018), son vitales para evaluación, monitoreo y gestión ambiental a largo plazo de las condiciones bióticas del agua. Su distribución se estima de acuerdo con el número de especies desde 20.000 a 2 millones que pueden constituir la comunidad bentónica como fitoplancton, en los sistemas lóticos, lénticos, marinos o terrestres (Pinto T, et al. 2016).

Presentan diferente mecanismo para adherirse a los sustratos desde espinas de sílice para evitar el hundimiento, colonias en zig-zag y almohadillas, así como también son productoras de Nitrógeno mediante la fijación debido a que pueden realizar simbiosis con cianobacterias los que se encuentran en ambientes pobres en nitrógeno dentro ellos se encuentran diatomeas del género *Epithemia* y *Rhopalodia* (Spaulding et al. 2021).

### 1.8.1 Morfología

#### - Estructura del frústulo

Son estructuras especializadas conformadas por sílice que le confieren dureza y resistencia a la diatomea así mismo presentan diferentes caracteres, los cuales son de interés para la identificación y clasificación taxonómica, sobre ella se disponen varios tipos de estructuras como estrías, poros, areolas, procesos, rafe y nódulos. Cada frústulo se compone de dos tecas o valvas que envuelven al contenido protoplasmático, y cada teca está conformada por una parte plana llamada valva y una pieza lateral llamada pieza conectiva o banda (Rivas F, 2010).

#### - Simetría

De acuerdo con la simetría y forma, presencia o ausencia del rafe las diatomeas se pueden clasificar en:

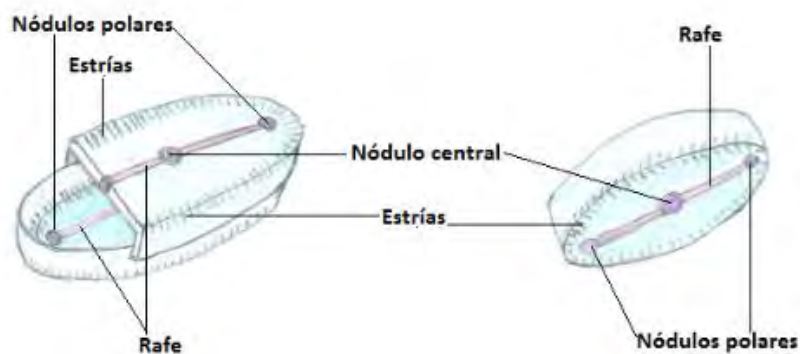
- 1) Céntricas con simetría axial, circulares, carecen de rafe, son inmóviles y se reproducen sexualmente por oogamia, poseen espacios centrales claros llamados pseudorrafe (por. ej. *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Pleurosira*, etc.) que pertenecen a la clase *Coscinodiscophyceae*.
- 2) Pennales, poseen simetría bilateral (debido a la presencia del rafe, una estructura hueca sin concentración de sílice, valvas alargadas, son móviles y la reproducción sexual se da por anisogamia. Pertenecen a las clases *Bacillariophycidae* y *Fragilariophyceae* (Zepeda Gómez, 2019; Spaulding et al., 2021).

## **-Rafe**

Estría o hendidura sin depósito de sílice, permite la comunicación del plasma con el medio exterior, permite que las células se fijen al sustrato y puedan moverse sobre la superficie. De acuerdo con el rafe pueden ser: Birrafideas, si el rafe se encuentra en las dos valvas (*Navicula*, *Gyrosigma*, *Cymatopleura*, *Surirella*, etc.), monorafideas, el rafe en una sola valva (p. ej., *Achnanthisdium*, *Nupela*, *Cavinula*, etc), las mismas que pueden dividirse en dos hendiduras a lo largo de la valva separadas por una concentración de sílice llamada estigma y arrafideas sin presencia del rafe (*Diatoma*, *Fragilaria*, *Ulnaria*), (Zepeda Gómez, 2019; Spaulding et al., 2021).

### **Figura 1**

*Estructura de una diatomea (Zepeda Gómez, 2019).*



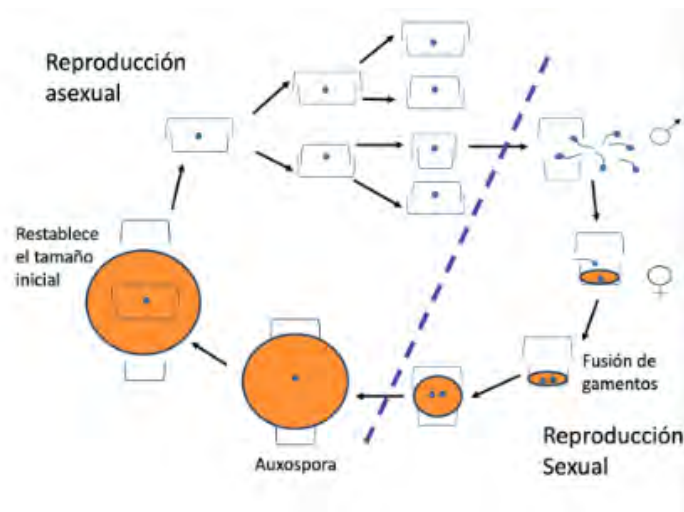
## **-Reproducción**

Las diatomeas se dividen por reproducción asexual o mitosis, donde el tamaño de una de las valvas va disminuyendo conforme realiza divisiones sucesivas, por lo cual la célula sintetiza completamente dos valvas complementarias a las que poseía antes de su división. Si esto continuará por un gran número de veces, habría un punto en que la célula dejaría de existir, por lo que cuando la célula alcanza un tamaño crítico hay un cambio de estrategia reproductiva, pasando de una reproducción asexual a la reproducción sexual o meiosis, el que implica la

formación de gametos (masculinos y femeninos). Cuando los gametos se unen conforman una auxospora de mayor tamaño, que bajo condiciones ambientales propicias puede evolucionar a una célula con características estructurales similares a las que la originó, pero de mayor tamaño. Particularmente, las diatomeas céntricas producen gametos de diferente tamaño y forma (el masculino posee flagelos y es más pequeño), mientras que, en las diatomeas pennadas, ambos gametos son iguales (Lora Vilchis et al., 2020).

**Figura 2**

*Ciclo reproductivo de las diatomeas (Lora Vilchis et al., 2020).*



## 1.9 Posición taxonómica (Tolivia et al., 2008).

División: Bacillariophyta

Clase: Coscinodiscophyceae

Orden: Thalassiosirales

Familia: Stephanodiscaceae

Familia: Aulacosiraceae

Orden: Rhizosoleniales

Familia: Rhizosoleniaceae

Orden: Chaetocerotales

Familia: Acanthocerataceae

Clase: Fragillariophyceae

Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae (Diatomaceae)

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Eunotiales

Familia: Eunotiaceae

Orden: Cymbellales

Familia: Cymbellaceae

Familia: Gomphonemataceae

Orden: Naviculales

Familia: Diadesmidiaceae

Familia: Amphipleuraceae

Familia: Brachysiraceae

Familia: Sellaphoraceae

Familia: Pinnulariaceae

Familia: Naviculaceae

Familia: Neidiaceae

Familia: Stauroneidaceae

Orden: Bacillariales

Familia: Bacillariaceae

Orden: Surirellales

Familia: Surirellaceae

### **1.10 Índice de diversidad**

Los índices de diversidad: Miden la abundancia y biodiversidad de especies de un sitio, a mayor biodiversidad mayor puntuación. Es así como reflejan las alteraciones del número total de comunidades de organismos. Los índices de diversidad tienen una larga historia en estudios de contaminación, aunque su utilidad ha sido con frecuencia cuestionada. Por ejemplo, una contaminación intermedia puede estar asociada con el incremento de la diversidad antes de que las características del agua declinen hasta llegar a una contaminación severa. Cuando se usan índices de diversidad o similitud se calculan normalmente para un grupo taxonómico dado o un grupo estructural de tamaño de determinado, en el caso de un ambiente acuático, tales grupos pueden ser macroinvertebrados, peces, diatomeas, etc. (Damborenea, 2005).

### **1.12 Parámetros físico - químicos**

**a) Temperatura.** - La temperatura del agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido, estando ligada a la energía cinética media de sus moléculas. Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como a su comportamiento microbiológico. Aunque la temperatura de las aguas superficiales está ligada a la irradiación recibida en cambio en las aguas profundas de embalses y lagos de nuestras latitudes experimentan una secuencia cíclica (Marín Galván, 2018), así como también tiene que ver con el aumento del consumo de agua, con la fluoración, con la solubilidad e ionización de las sustancias coagulantes, con el cambio del pH, con la desinfección, etc. (Fundación Nacional De Salud, 2013).

**b) Color.** - El color de agua puede estar relacionada por la presencia de iones metálicos de hierro y magnesio, de plancton, algas y residuos industriales. El término de “color” se asocia al concepto de color puro, esto es, el color del agua cuya turbidez ha sido eliminada el color se mide en U.C.V



en la escala de Pt-Co y su LMP para agua potable y superficial para este proceso se tiene que eliminar la turbidez de la muestra (APHA, 1992).

**c) Oxígeno disuelto.** -Los niveles de oxígeno disuelto en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física química y bioquímica del sistema de agua el análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la contaminación del agua y control de procesos de tratamiento de aguas residuales.

El oxígeno es uno de los factores más importantes que debe ser medido en el agua. Sólo tiene valor si se mide con la temperatura, para poder así establecer el porcentaje de saturación, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. El consumo de oxígeno ocurre por respiración de plantas y animales. El principal factor de consumo de oxígeno libre es la oxidación de materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores (bacterias heterotróficas aerobias) (Roldan, 2008).

**d) pH.** -El (pH) o potencial de hidrogeniones indica la concentración de iones hidrogeno presentes en una solución acuoso y determina la naturaleza acida o básica de dicha solución. Cada organismo tiene un límite de pH dentro del cual su desarrollo se hace posible. La mayoría de los ecosistemas acuáticos naturales tiene un pH que oscila entre 5 y 9 muy pocas especies pueden crecer a pH inferior a 2 o superiores a 10 (Roldan, 2008).

**e) Turbiedad.** -La turbidez del agua es producida por materiales en suspensión, como arcilla, cieno o materiales orgánicos e inorgánicos finamente divididas, compuestos orgánicos, solubles coloreados, plancton y otros microorganismos. La turbidez es una propiedad de la expresión de la propiedad óptica que origine que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea (Roldan, 2008).

**f) Fósforo.** -El fósforo puede existir en las aguas, en solución o suspensión, en estado mineral y orgánico y bajo forma de diferentes compuestos. Cantidades pequeñas de algunos fosfatos

condensados pueden añadirse cuando lavan ropa. Y que los componentes principales de los productos de limpieza están hecho a base de fosforo. Los fosfatos se usan ampliamente en el tratamiento de agua para calderas, los ortofosfatos aplicados como fertilizantes de la tierra agrícola y son arrastrados a las aguas superficiales con las lluvias (Jenkins, 1965).

**g) Total de Sólidos Disueltos.** -Los términos “solidos”, suspendidos y disueltos son los materiales suspendidos y disueltos en aguas limpias y en aguas residuales. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes solidos disueltos suelen ser de inferior calidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable si es que se consume (Agency, 1979).

Bajo este nombre se agrupan todos los iones que se encuentran presentes en el agua, como cloruros, sulfatos, bicarbonatos, nitratos, fosfatos y sílice son los más representativos. Las concentraciones son muy variables, bien sea por la influencia ejercida a causa de la naturaleza del sustrato, o por efectos de la contaminación doméstica e industrial producida por el hombre (Roldan, 2008).

**h) Nitratos.** -La evaluación del estado de los nutrientes se basa en el análisis de los valores de nitrógeno total y de fósforo total. El nitrógeno y el fosforo constituyen los dos elementos más importantes para la productividad primaria en los ecosistemas acuáticos, son los iones que en un momento determinado pueden ser los factores más limitantes en la producción primaria, varían igualmente con las estaciones a causa de su utilización por las algas (Roldan, 2008).

**i) Sulfatos.** -El sulfato se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios de miles de miligramos por litro, los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de sulfato debido a la oxidación de la pirita. Los sulfatos de sodio y magnesio ejercen una acción catalítica. (Coloros,

1976) el ion sulfato precipita en un medio de ácido acético con cloruro de bario para formar precipitado de sulfato de bario que causa turbidez en la muestra, por lo que la turbidez es proporcional a la concentración de iones sulfato que se encuentra en la muestra (APHA, 1992).

**k) Conductividad.** -La conductividad eléctrica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición. La conductividad se mide en ohmios recíprocos o siemens y es la inversa de la resistencia específica (APHA, 1992).

### **1.13. Parámetros bacteriológicos**

**a.) Coliformes Termotolerantes.** -Son bacilos Gram negativos aerobios o anaerobios facultativos, no formadores de esporas, fermentan la lactosa a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  en 24 horas; teniendo por principal representante la *Escherichia coli*, de origen exclusivamente fecal (Fundación Nacional De Salud, 2013).

### **1.14 Índice De Calidad Del Agua (ICA)**

Se definen los ICA como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color. (Torres et al. 2009). De modo que ayudan a determinar condiciones ambientales y ecológicas bajo las cuales se encuentran interactuando ciertos ecosistemas o zonas de interés. Los índices de calidad ambiental constituyen un instrumento fundamental en la gestión de la calidad de los recursos hídricos debido a que permite transmitir información de manera sencilla, el que facilita la comunicación de estos resultados a una audiencia no especializada, como a las autoridades y al público en general. Así mismo identifica y compara las condiciones de calidad del agua y sus

posibles tendencias en el espacio y el tiempo siendo la valoración de la calidad del agua en una escala de 0-100, donde 0 (cero) es mala calidad y 100 es excelente (Autoridad Nacional del Agua, 2020; Valcárcel R, et al. 2008).

Un ICA brinda una manera conveniente de resumir la gran cantidad de datos generados en los monitoreos. Dado su capacidad para sintetizar información variada y compleja, así como su potencial como herramienta de comunicación, se perfila como un instrumento valioso para ayudar en la toma de decisiones (Valcárcel R, et al., 2008).

### **-Índice de Calidad de Agua-Fundación De Sanidad Nacional (ICA-NSF)**

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” (ICA-NSF) fue desarrollados por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos y aquellos adaptados para ríos de Latinoamérica (Coello et al., 2013). La NSF sugiere el empleo de ecuaciones de tipo multiplicativo ya que son más sensibles que las ecuaciones de tipo aditivo o suma ponderada a valores extremos en los subíndices, la clasificación del ICA-NSF, está orientada a aguas que son destinadas a ser empleadas como fuente de captación para consumo (Torres, et al., 2008).

Puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo.

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

- *Coliformes* (en NMP/100 ml)
- pH (en unidades de pH)

- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L)
- Cambio de la temperatura (en °C)
- Turbidez
- Sólidos Disueltos Totales (en mg/ L)
- Oxígeno Disuelto (OD en % saturación)

**Tabla 1**

*Factores de ponderación de los subíndices para cada parámetro del ICA -NSF (Jiménez J & Vélez O, 2006)*

Parámetro	Factor W <sub>i</sub>
% Saturación de oxígeno	0,17
Coliformes fecales	0,16
PH	0,11
Demanda bioquímica de oxígeno	0,11
Nitratos	0,10
Fosfatos	0,10
Temperatura ΔT	0,10
Turbiedad	0,08
Sólidos totales	0,07

Los factores de ponderación es la asignación de pesos a cada parámetro que considera Brown de acuerdo con los usos destinados y la incidencia de cada variable en el índice.

### **1.15 Estándares de calidad ambiental para el Agua (ECA)**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo

significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (El Peruano, 2017).

Estos estándares son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural. Dichos estándares están agrupados en 4 categorías y conformados por 17 subcategorías (Decreto. Supremo N° 004-2017-MINAM)(El Peruano, 2017).

#### Categoría 1: Poblacional y Recreacional

- Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
  - ✓ A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
  - ✓ A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
  - ✓ A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
- Subcategorías B: Agua superficiales destinadas para recreación
  - ✓ •B1: Contacto primario
  - ✓ •B2: Contacto secundario

#### Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales

- ✓ Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicadas en aguas marinos costeras
- ✓ Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras)
- ✓ Subcategoría C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras
- ✓ Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas

#### Categoría 3: Riego de Vegetales y bebidas de animales

- ✓ Subcategoría D1: Riego de vegetales
  - Agua para riego no restringido
  - Agua para riego restringido
- ✓ Subcategoría D2: Bebida de animales

#### Categoría 4: Conservación del medio ambiente acuático

- ✓ Subcategoría E1: Lagunas y lagos
- ✓ Subcategoría E2: Ríos
  - Ríos de la costa y sierra
  - Ríos de la selva
- ✓ Subcategoría E3: Ecosistemas costeras y marinas
  - Estuarios
  - Marinos

Los ECA- Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo condiciones naturales o niveles de fondo, y el diseño de normas legales, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Es un instrumento útil para evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua en las cuencas hidrográficas del país (Autoridad Nacional del agua & Ministerio de agricultura y riego, 2019).

#### **1.16 Índices bióticos**

Los índices bióticos son ampliamente utilizados en la evaluación de la calidad biológica de las aguas, en especial de los ríos. Estos índices asociados a los taxones presentes (familia, género, especie) con un valor numérico según su nivel de tolerancia. Este valor, a su vez es utilizado en conjunto con la riqueza taxonómica (índices cualitativos) o en combinación con las abundancias relativas (índices cuantitativos), para llegar a un valor final del índice (Springer, 2010).

### a) Índice Diatómico Generalizado (IDG)

El IDG es un índice bastante complejo en cuanto a los datos requeridos, se basa en respuestas a diferentes grados de polución, a la adaptabilidad ecológica de los individuos y a su abundancia en el medio muestreado. Así, de esta manera los datos se refieren la sensibilidad, amplitud ecológica y abundancia. De esta manera el IDG se presenta en rangos de 1-5 para estimar la calidad del agua. (tabla 2).

**Tabla 2**

*Valores asignados del índice diatómico generalizado (Coste & Ayphassorho, 1991)*

Clase	Rangos de IDG	Calidad biológica	Calidad de agua
I	$\geq 4,50$	Optima	Excelente
II	4,00-4,49	Calidad normal, polución débil	Muy buena
III	3,50-3,99	Polución moderada, eutrofización	Buena
IV	3,00-3,49	Polución media, eutrofización	regular
V	2,00-2,99	Polución fuerte, desaparición de especies sensibles	Mala
VI	1,00-1,99	Polución muy fuerte	Muy mala
VII	$\leq 0,99$	Población casi inexistente	pésima

### 1.17 Análisis de correspondencia Canónica

El análisis de correspondencia canónica permite visualizar tablas de datos en subespacios de baja dimensionalidad que explican de forma óptima la inercia. Mediante puntos adicionales que no tienen efecto alguno sobre la solución hallada, podemos visualizar información externa suplementaria de filas y columnas, puede correlacionar directamente con variables externos, buscando que tengan un papel activo en la definición de mapa de análisis de correspondencia. Dicha situación se da en frecuencia en el contexto de investigación del medio ambiente, en la que puede ocurrir. La relación entre una composición de especies biológicas y sobre los



subespacios que mejor expliquen los datos biológicos, pero con la condición de que estos se hallen directamente relacionados con variables ambientales. El análisis de correspondencia canónica es una variante de análisis de correspondencia en la que se obtiene las dimensiones del subespacio por regresión a partir de variables externos (Greenacre, 2008).

### **1.18 Marco legal**

- Ley N°28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N°001-2010-AG. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, modificado por el Decreto Supremo N° 006-2017-AG.
- Decreto Supremo N°006-2015-MINAGRI que aprueba la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias.
- Resolución Jefatural N°010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial.
- Resolución Jefatural N°042-2016-ANA, aprueban la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos.

## **CAPÍTULO II: ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1 Ubicación política**

El área de estudio se ubica en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, región Cusco y está situada al Noreste de la ciudad de Cusco aproximadamente a 30Km y a 2 Km al sur del distrito de Chinchero, a una altitud de 3750 m.s.n.m. de acuerdo con el último censo nacional de (INEI, 2017), presenta una población de 9,422 habitantes, está compuesta por 12 comunidades campesinas y 9 sectores, conformado un total de 21 centros poblados. Políticamente la cuenca Piuray- Korimarca se ubica en:

- Región: Cusco
- Provincia: Urubamba
- Distrito: Chinchero
- Superficie: 9,578.29 ha.

### **2.2 Ubicación geográfica**

- Longitud Oeste: 71° 58'01'' - 72°03'25''
- Latitud Sur: 13°26'22'' - 13°22'33''
- Altitud Media: 3800.98 m.s.n.m.
- Altitud mínima: 3375 m.s.n.m.
- Altitud máxima: 4575 m.s.n.m.

### **2.3 Ubicación geomorfológica**

La ciudad de Chinchero se localiza regionalmente sobre la meseta de Maras y Chinchero, localmente corresponde a una planicie y lomadas bajas conformadas por depósitos aluviales y suelos lacustres que se encuentran al oeste de la ciudad de Chinchero; a una altitud de 3,720 m.s.n.m y tiene una pendiente plana menor a 2%; en esta zona se ubica gran parte de la ciudad

de Chinchero, y muchas áreas de esta unidad se encuentran con peligro a sufrir inundaciones, debido a la presencia de cuerpos de agua denominados bofedales o humedales. De los estudios geodinámicos se desprende que en la zona de estudio se han identificado deslizamientos principalmente antiguos, algunas zonas con reptación de suelos que son movimientos superficiales de ladera muy lentos (pocos centímetros al año), pero principalmente se han identificado zonas con peligro a inundaciones. Estos peligros geológico-climáticos provocan la inestabilidad de las laderas y el crecimiento de los humedales durante las fuertes precipitaciones pluviales en la zona. Los peligros de origen geológico climático de mayor incidencia en el área de estudio son las inundaciones, que afectan la parte oeste de la ciudad de Chinchero. El riesgo a sufrir daños por inundaciones se incrementa por la expansión urbana a las zonas periféricas de estos humedales. Se han identificado distintas unidades geomorfológicas y geológicas locales para la ciudad de Chinchero: Lomadas bajas. Se trata de superficies caracterizadas por una morfología relativamente llana; en ella se encuentra también parte de la ciudad de Chinchero y muchas áreas de cultivo; tiene una pendiente de entre 4 a 6% y se encuentra a una altitud aproximada de 3,730 m.s.n.m. Está caracterizada por depósitos coluviales que están conformados por gravas, arenas, limos y yesos en una matriz fina; toda la fracción clástica proviene de la formación Maras, Mientras que lomadas altas corresponde a las partes altas de las lomadas ubicadas al norte y este de la ciudad de Chinchero; tienen una pendiente relativamente llana a moderada entre 6 y 10% y se encuentra a una altitud promedio de 3,790 m.s.n.m; es en esta unidad donde se desarrollan la mayor parte de fenómenos de deslizamientos, movimientos y reptación de suelos sobre la Formación Maras (Municipalidad Distrital de Chinchero, 2013).

## **2.4 Ubicación hidrográfica**

Tomando en cuenta como criterio base, las líneas divisorias de aguas, se pueden distinguir en Chinchero tres subzonas:

- La cuenca de Piuray que se ubica a 3750 m.s.n.m. que converge en la laguna del mismo nombre.
- La cuenca de Huaypo, que es una meseta con pendientes relativamente poco pronunciadas
- La cuenca del Cachimayo, que desagua hacia el río Cachimayo. La llanura por el lado oriental, es decir, junto al cerro de Chinchero, la laguna Piuray y Umasbamba, queda bordeada por cerros de considerable altura, como el de Saucera (4337 – 4438 m.s.n.m).

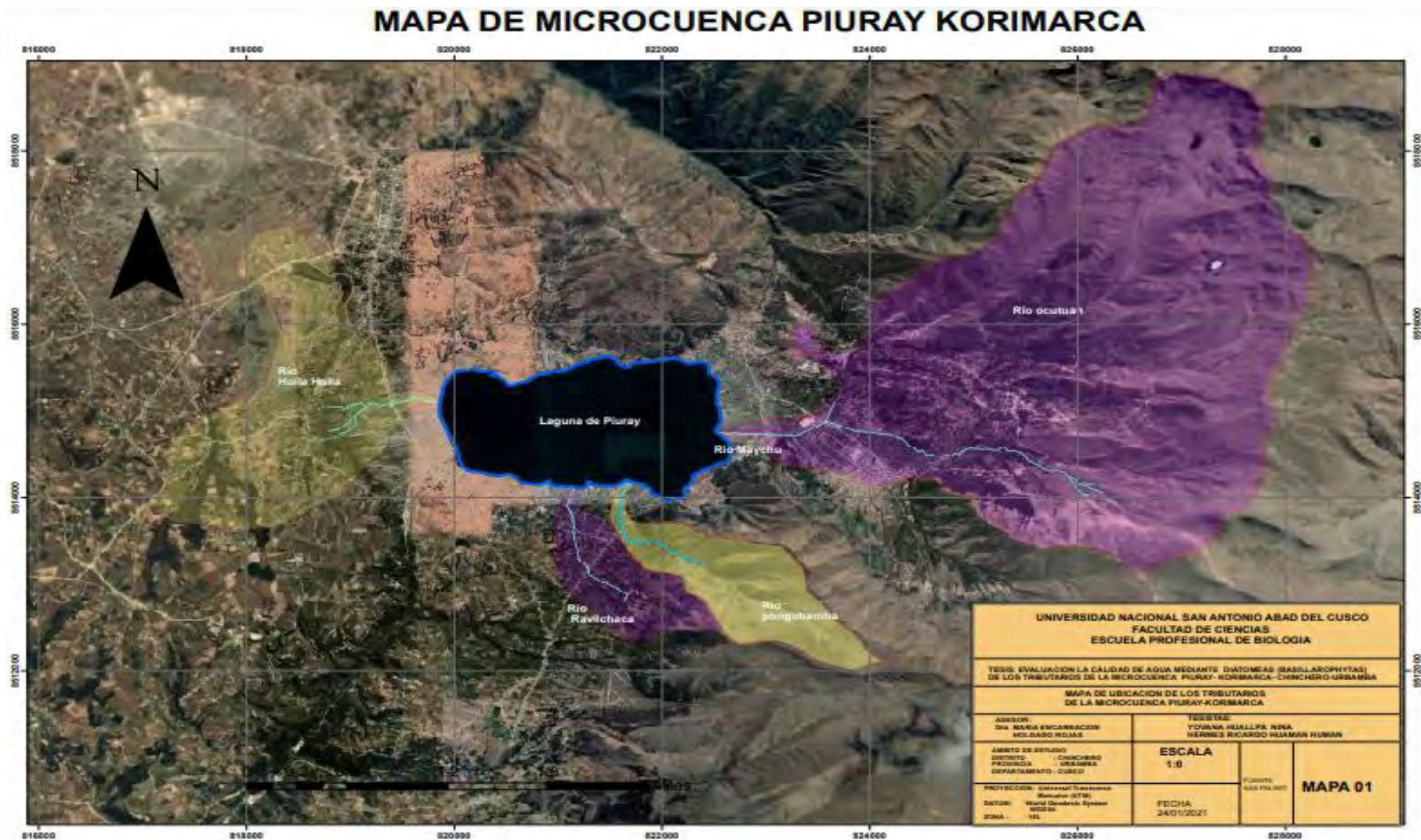
La hoya hidrográfica de la laguna de Piuray se encuentra a una altitud de 3750 m.s.n.m, cuya área abarca desde las inmediaciones de Ocotuan, Cuper hasta la pampa de Huila-Huila y Pongobamba, la laguna tiene una longitud de 1678 m., un ancho de 1134 m. y una profundidad de 36 m, posee además mayor volumen de agua que la laguna de Huaypo. En la quebrada de Chinkana Huaypo, y sus alrededores se encuentran andenerías que atraviesan transversalmente el riachuelo denominado Parq'o, el mismo que discurre desde la parte alta del cerro Antaqasa, para luego juntarse con otros riachuelos de la zona y así formar el río Urquillos (Municipalidad Distrital de Chinchero, 2013).

## **2.5 Accesibilidad**

Llegamos al poblado de Chinchero a través de la carretera interprovincial Cusco-Urubamba-Quillabamba. Se encuentra a 30 Km, de la ciudad del Cusco en un tiempo de recorrido de 25 minutos aproximadamente (Municipalidad Distrital de Chinchero, 2013).

**Figura 3**

*Mapa de ubicación de la Microcuenca Piuray- Korimarca*



## 2.6 Clima

La caracterización climática sobre la precipitación anual es estima de 592.60 mm por año con mayor precipitación entre noviembre y febrero por tanto los meses de escasez hídrica son de mayo a septiembre. La temperatura media anual de 14.5°C con una mínima temperatura de 12.5°C.

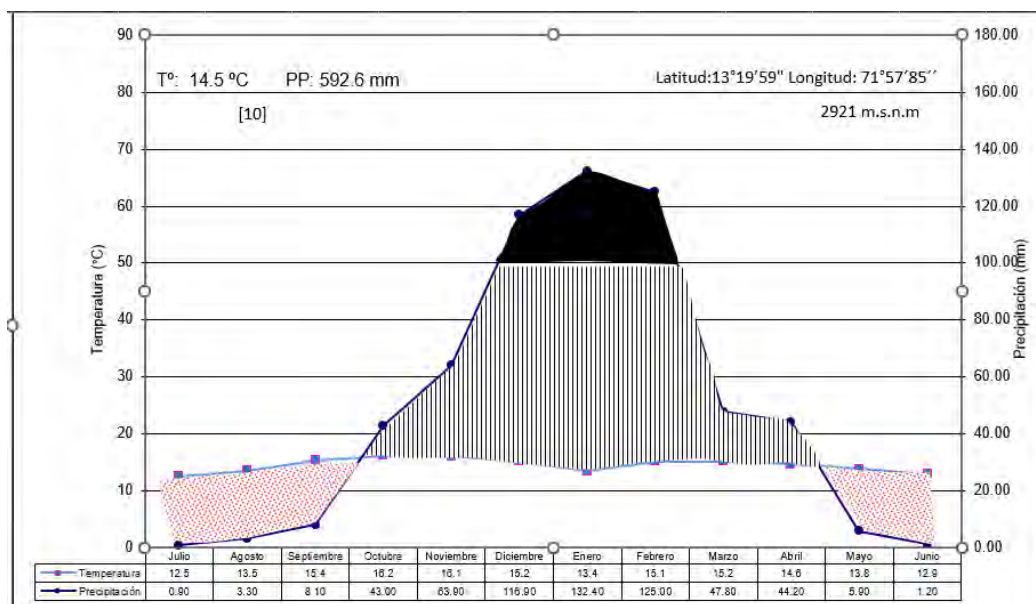
**Tabla 3**

*Datos de la estación meteorológica de Calca -SENAMHI (2011-2021).*

Meses	T°C	Pp (mm)
Julio	12.5	0.90
Agosto	13.5	3.30
Septiembre	15.4	8.10
Octubre	16.2	43.00
Noviembre	16.1	63.90
Diciembre	15.2	116.90
Enero	13.4	132.40
Febrero	15.1	125.00
Marzo	15.2	47.80
Abril	14.6	44.20
Mayo	13.8	5.90
Junio	12.9	1.20
<b>Total</b>		<b>592.60</b>
<b>Promedio</b>	<b>14.5</b>	

**Figura 4**

*Climatodiagrama de la microcuenca Piuray Korimarca (SENAMHI 2011-2021).*



## 2.7 Descripción del área de estudio

### 2.7.1 Zonas de vida

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida por (Chuspe Z & Aragón R, 2018) la microcuenca Piuray Korimarca se clasifica como:

#### **-Bosque Húmedo montano templado**

Presenta Ecosistema totorales andinos que aparecen con mayor distinción en Langui-Layo y se extienden por las Cuatro Lagunas, el valle del Vilcanota en Canchis y en Huaypo y Piura con vegetación que ocupan los cuerpos de agua permanentes o semipermanentes del piso altoandino puneño. Se estructuran espacialmente dando lugar a zonaciones características ordenadas en función del gradiente de inundación, pudiendo distinguirse en cada una de estas zonas diferentes comunidades dominadas cada una de ellas por determinados biotipos morfo-ecofisiológicos,

desde las comunidades de helófitos perilitorales emergentes a las comunidades flotantes (pleustófitos) y enraizantes sumergidas (hidrófitos) (Chuspe Z. & Aragón R. 2018).

## **Flora**

Según estudios hechos por (Amésquita, S, 2011), indica que existe vegetación sumergida constituida por *Elodea potamogeton*, *Chara foetida*, *Hydrocotyle bonariensis*; vegetación flotante constituida por *Azolla filiculoides*; *Mimulus glabratus*, *Juncus balticus*, *Hordeum vulgare*, se tiene cultivos de *Solanum tuberosum*, *Eucalyptus globulus*, *Pennisetum clandestinum*, *Cupressus macrocarpa*, *Pinus sp* (Fernández B, & Mamani L, 2016), *Myrsine*, *Myrcianthes*, *Viburnum*, *Cotula mexicana*, *Elodea potamogeton*, *Ranunculus mandonianus*, *Ranunculus cymbalaria*, (Chuspe Zans & Aragón R, 2018) *Conium maculatum*, *Senecio rudbeckiaefolius*, *Baccharis polyantha*, *Barnadecia horrida*, *Brassica campestris*, *Lepidium Chichicara*, *Senna birrostris*, *Buddleja coriácea*, *Rumex cuneifolius*, *Colletia spinosissima* y *Polylepis incana* (Municipalidad Distrital de Chincheros, 2015).

## **Fauna**

Presencia de aves, constituidas por, *Phlacobaenus melanopterus*, *Tringa melanoleuca*, *Anas puna*, *Bubulcus ibis*, *Chloephaga melanoptera*, *Plegadis ridgwayii*, *Gallinula chloropus*, *Fulica americana peruviana* y *Nycticorax nycticorax*; el que también se constató cuándo se efectuaban los muestreos, habiendo cierta abundancia de aves, también se observó anfibios como *Gastrotheca marsupiata*, además los pobladores indican que hay truchas (*Oncorhynchus mykiss*), Cararachi (*Orestia sp.*) (Fernández B & Mamani L, 2016), la fauna local. Anfibios: *Bufo Spinulosus* y *Gastrotheca marsupiata*. Reptiles: *Porctoporus bolivianus* y *Tachymenis peruviana* (Municipalidad Distrital de Chincheros, 2015).



## **2.8 Aspectos socioeconómicos**

De acuerdo con la dinámica de las ocupaciones y actividades poblacionales, las familias generalmente poseen viviendas propias las que se encuentran concentradas y semidispersas tanto en el área urbano y rural los cuales se dedica principalmente a la agricultura, ganadería y el comercio. El uso principal del suelo está orientado a la siembra de productos agrícolas, la producción de pisos de altura está destinada principalmente al autoconsumo en el 80% y el 20% para la comercialización, empleando la tecnología tradicional y extensiva. Toda la extensión de la tierra es de propiedad campesina y está administrada por las comunidades y sectores, que son usufructuadas de por vida por las familias campesinas asentadas en cada una de ellas, heredándose de padres por tanto la disminución del espejo de agua de la laguna de Piuray ocasiona al avance de tierra de cultivo hacia orillas de este mismo el que produce fuerte presión sobre el recurso, hídrico y tanto a nivel de laguna y de la microcuenca Piuray Korimarca del mismo modo se presenta, el uso áreas de protección para pastoreo reforestación con especies exóticas y cultivo de pastos produciendo procesos erosivos.

Para la determinación de las características socioeconómicas de la microcuenca Piuray-Korimarca se evidencio in situ las actividades mencionadas durante el tiempo de muestreo, así como también se recopiló información de la municipalidad de Chinchero (Municipalidad Distrital de Chincheros, 2015).

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Materiales**

#### **3.1.1 Materiales de Campo**

- Cámara fotográfica
- Receptor de Sistema de Posicionamiento Global-GPS
- Termómetro
- Frascos de vidrio con capacidad de 600 ml.
- Libreta de campo
- Coolers
- Frascos de 500 ml de primer uso
- Cepillos
- Bandejas para remover el perifiton
- Rocas
- Guantes

#### **3.1.2 Materiales de Laboratorio**

- Laptop
- Programa PAST vs 4.0
- Programa Excel
- Programa ArcGIS
- Programa Scopelimage 9.0
- Claves taxonómicas
- Laminas porta y cubre objetos
- Cámara de Sedgwick Rafter

- Microscopio óptico binocular de campo claro
- Pinzas
- Cámara fotográfica
- Baño María
- Centrifuga
- Autoclave
- Incubadora
- Espectrofotómetro
- Conductímetro
- Tubos de ensayo
- Gradillas

### **3.1.3 Material Biológico**

- Microalgas (Bacillariophyta)

### **3.1.4 Reactivos**

- Peróxido de hidrogeno
- Ácido clorhídrico (1N)
- xilol
- Tecnopor
- Botella de Winkler de 300 ml
- Solución sulfato manganoso ( $\text{MnSO}_4$ )
- Álcali-yoduro-acida

- Almidón
- Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )
- Tiosulfato de sodio ( $Na_2S_2O_4$ )
- Ácido clorhídrico 1 normal (HCl 1N)
- Vanadato- Molibdato
- Solución Buffer de Ácido acético

## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo aplicado, cuyo nivel de investigación es descriptivo, con enfoque cuantitativo y cualitativo de corte longitudinal.

### 3.2.2 Técnicas de recolección de la información.

La presente investigación se realizó en dos temporadas de sucesión (secas y lluvias) dividido en tres etapas.

- a) Etapa de campo:** Se realizó el reconocimiento del área de estudio para la ubicación de los puntos de muestreo.
- b) Etapa de gabinete:** La información obtenida de la etapa de campo fue analizada, sistematizada y procesada en términos cualitativos y cuantitativos. Mediante el empleo del programa estadístico PAST 4.0 y Excel.

### **3.2.3 Métodos**

#### **3.2.3.1 Ubicación de puntos de muestreo**

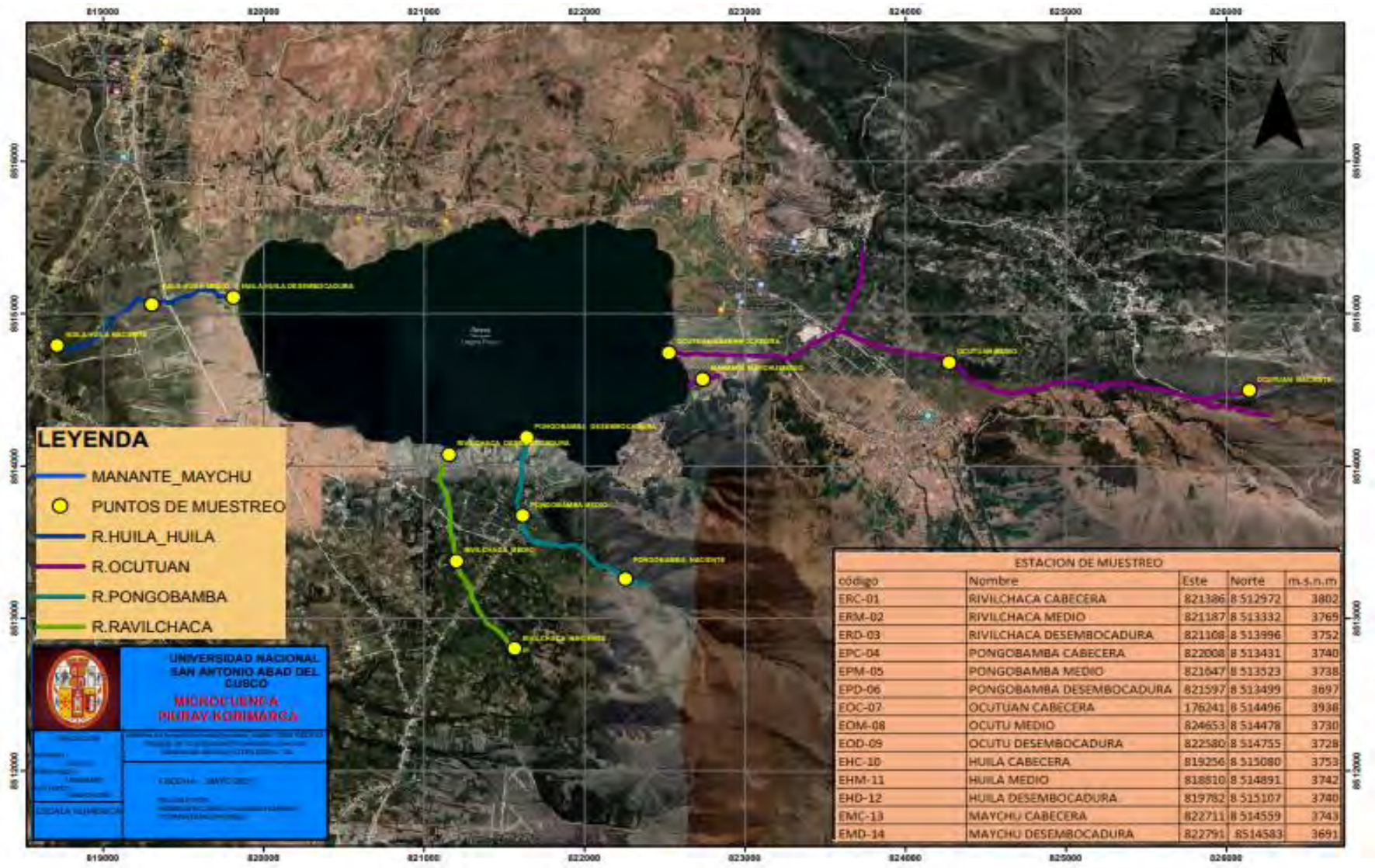
Para la ubicación de puntos de muestreo se tomó en cuenta la presencia de tributarios adicionales al principal cuerpo de cauce, centros poblados, aldeaños, redes viales, áreas protegidas, vertimientos encontrados in situ, captaciones de agua potable, fuentes de contaminación puntuales, áreas de agricultura y ganadería, del cual se tomó 3 estaciones de muestreo debidamente georreferenciadas con GPS en los que se consideró la accesibilidad y representatividad de la muestra, para cada tributario como son en la naciente, zona media de la cuenca preferentemente aguas debajo de fuentes de contaminación después de haber hallado impactos sobre el recurso y/o en la confluencia con afluentes laterales al tributario principal y finalmente en la desembocadura del tributario que se reúne en la laguna de Piuray. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

**Tabla 4***Estaciones de muestreo de la microcuenca Piuray- Korimarca.*

Estación de muestro	Coordenadas UTM Zona 18		Altitud		Descripción
	Código	Nombre	Este	Norte	
ERC-01	Ravilchaca cabecera	821386	8 512972	3802	Se encuentra al sur de la laguna de Piuray en la zona de cabecera se encuentran puntos de captación de agua potable y desvío de agua para cultivo en la zona media a orillas se encuentran circundando viviendas con fuga de desagüe, zonas de cultivo de pastos y zona de pastoreo. Se encuentra al sureste de la laguna de Piuray la cabecera se encuentra desprovista de viviendas circundantes, es utilizada como zonas de pastoreo de ganado ovino y vacuno. Se encuentra al este de la laguna de Piuray en la zona de cabecera se observó actividad agrícola y ganadera, deforestación, captación de agua para potable, la zona media se observó la presencia de viviendas desprovistas de saneamiento básico. Ubicada a oeste de la laguna Piuray en la zona de cabecera se aprecia la presencia de viviendas que generalmente vierte contaminantes domésticos, la zona media por lo general se presencia la agricultura y pastoreo de ganado pecuario que bebe directamente. Ubicada al sureste de la laguna de Piuray es el tributario(manante) más abundante y permanente en la cabecera se observa el bombeo de agua para consumo humano, tránsito peatonal y de vehículos motorizados y otras actividades.
ERM-02	Ravilchaca medio	821187	8 513332	3769	
ERD-03	Ravilchaca desembocadura	821108	8 513996	3752	
EPC-04	Pongobamba cabecera	822008	8 513431	3740	
EPM-05	Pongobamba medio	821647	8 513523	3738	
EPD-06	Pongobamba desembocadura	821597	8 513499	3697	
EOC-07	Ocotuan cabecera	176241	8 514496	3938	
EOM-08	Ocotuan medio	824653	8 514478	3730	
EOD-09	Ocotuan desembocadura	822580	8 514755	3728	
EHC-10	Huila-Huila cabecera	819256	8 515080	3753	
EHM-11	Huila-Huila medio	818810	8 514891	3742	
EHD-12	Huila-Huila desembocadura	819782	8 515107	3740	
EMC-13	Maychu cabecera	822711	8 514559	3743	
EMD-14	Maychu desembocadura	822791	8 514583	3691	

**Figura 5**

*Ubicación de los puntos de muestreo*



### **3.2.3.2 Toma de muestras**

Se definieron 14 estaciones de muestreo en los 5 tributarios de la microcuenca Piuray Korimarca desde julio del 2021 época de secas a febrero del 2022 época de lluvia, los muestreos de parámetros físico químicos se realizaron directamente del afluyente en frasco de primer uso, etiquetadas de acuerdo a la zona las cuales fueron trasladadas al laboratorio de control de calidad de agua potable de la empresa SEDA CUSCO, para su respectivo procesamiento. Para las muestras biológicas se utilizaron cepillos y bandejas para remover el perifiton de las rocas enjuagadas con agua destilada de acuerdo a la metodología. como criterio general, se tomó la muestra de las comunidades, que se desarrollen sobre substratos duros (rocas) estables situados en zonas sumergidas del lecho fluvial tamaño de 10 x 10 cm<sup>2</sup> .

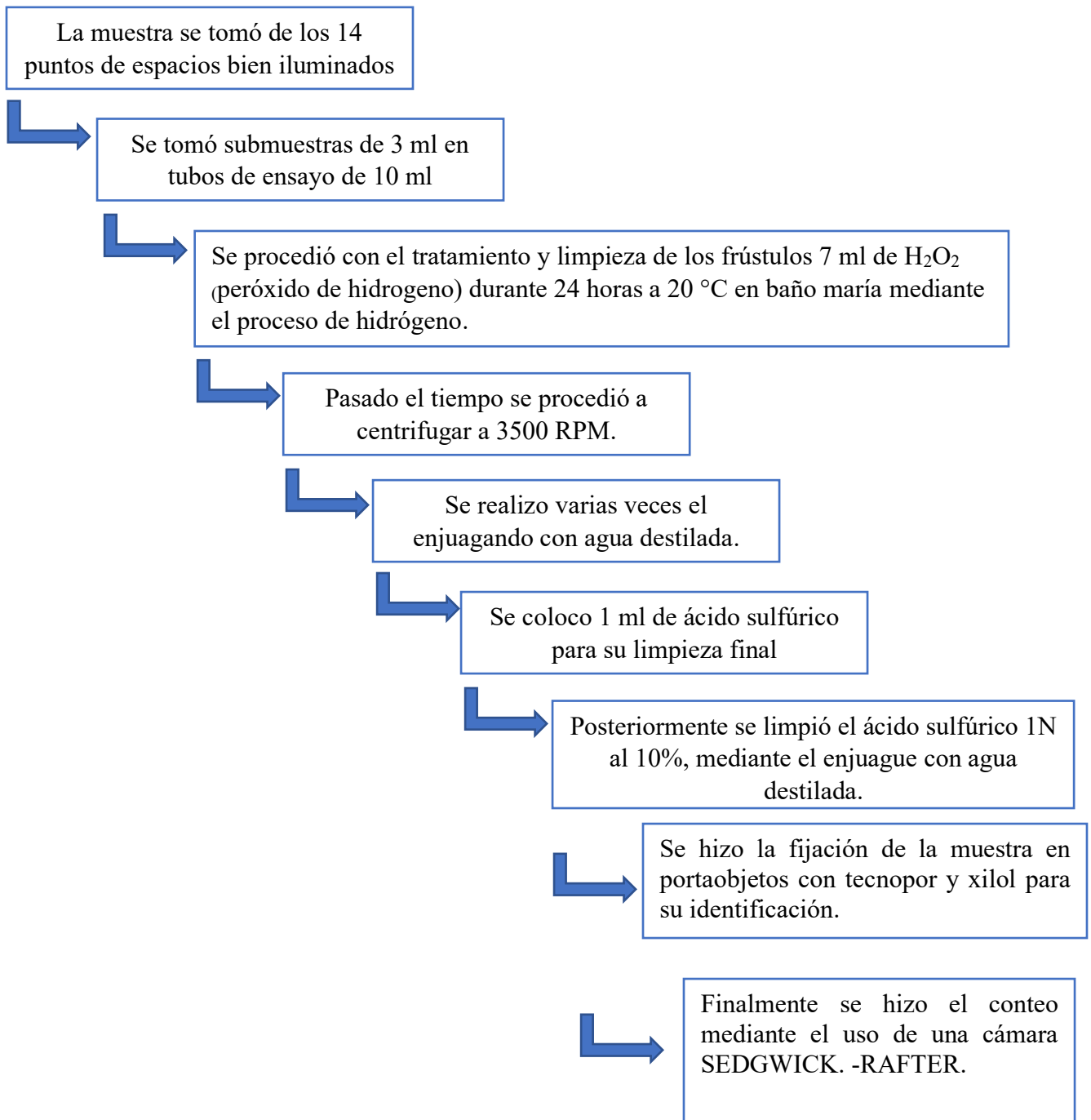
#### **- Tratamiento de las muestras biológicas – Bacillariophyta**

En el laboratorio de control de calidad de agua potable de SEDA CUSCO se realizó el tratamiento y la limpieza de los frústulos con el siguiente proceso.



## Figura 6

*Toma de muestra y Tratamiento de las muestras biológicas para la determinación de Bacillariophyta según (APHA, 1992)*



### 3.2.3.3. Identificación de los géneros de diatomeas

Para la identificación y conteo se utilizó información de claves dicotómicas e información de Maidana y Seeligmann (2015), Guía de las diatomeas de la cuenca del Duero (2010), Uniprot.org, Diatomeas del Canal de Panamá (2012), Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (1986) *Bacillariophyceae*. 1. Texto: *Naviculaceae* En: Ettl, H, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (eds.) Süßwasserflora Von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fisher Verlag, Diatomeas Uruguayas de Metzeltin & Felipe (2003) así como la sugerencia de bibliografía de especialistas consultados.

### 3.2.3.4 INDICES DE DIVERSIDAD

#### -Abundancia

Se refiere a la proporción que presentan los índices de una especie particular respecto al total de individuos de la comunidad (Jiménez & Tapia, 2017), se empleó el programa Past 4.0.

$$Aa = A/N$$

Donde A: Abundancia de cada especie.

N: N° Total de individuos.

$$AR = \left( \frac{\text{Abundancia de especies}}{\Sigma \text{ de Abundancias}} \right) * 100$$

Fuente: (Jiménez & Tapia, 2017).

#### -Frecuencia (Ortis, Batanero, & Serrano, 1996).

Probabilidad de encontrar dicho atributo (uno o más individuos) en una unidad muestral particular, Para el cálculo se empleó el programa Past 4.0.

$$fa = \frac{mi}{M}$$

Donde:

$m_i$  = unidades muestrales en las que aparece el atributo

$M$  = Número total de unidades muestrales

$$fr = \left( \frac{\text{Frecuencia de especies}}{\Sigma \text{ de frecuencias}} \right) * 100$$

### **- Diversidad**

Uno de los aspectos más importantes de la estructura de la comunidad lo constituye la diversidad de especies. Cuando esta diversidad se mide por índices apropiados, permite la suma de grandes cantidades de datos acerca del número de especies y su abundancia relativa, en forma de un valor matemático. Generalmente se mide la diversidad en la comunidad (por ejemplo, productividad, estructura del hábitad, condiciones ambientales) o compararlas con otras comunidades. La forma más rápida de medir diversidad es contar el número de especies. En tal cuenta se debe incluir únicamente las especies residentes y no los accidentales. El número de especies es el primer y más antiguo concepto de la diversidad de especies es el de heterogeneidad de una comunidad, su medición se da por diferentes métodos que se usan actualmente (Moreno, Zaragoza.).

El establecimiento y mantenimiento de comunidades ecológicamente diversas, constituye un objetivo importante de la gestión contemporánea de la flora, particularmente en años recientes, se ha desarrollado un interés en la diversidad ecológica, debido al progreso tecnológico ha dado como resultado un mundo en que los recursos naturales disminuyen rápidamente. La alteración ocasionada por el hombre sobre los hábitats de vida silvestre inevitablemente ha ocasionado cambios en la composición de especies y densidades de poblaciones. La medida de la diversidad

requiere de una clasificación taxonómico-clara, del material que involucra y se asumen como iguales a todos los individuos asignados a una especie. (Moreno, Zaragoza), se empleó el programa Past 4.0 para el cálculo.

### **3.2.4 Diversidad alfa**

La diversidad se puede estudiar a diferentes niveles, el primero de ellos es el alfa, es decir la diversidad local: número de especies en un área prescrita. El siguiente nivel de diversidad alfa, se refiere a la tasa de recambio de especies, de una comunidad a otra o a lo largo de la gradiente ambiental, la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea a un nivel local” (Whittaker R. H., 1972), se mide de la siguiente manera: Se empleo el programa Past 4.0.

#### **a) Índice de Simpson**

Índice de Simpson (dominancia) manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Ricklefs, 1987). Se empleo el programa Past 4.0 para el cálculo mediante la fórmula:

$$1 - H = 1 - \sum Pi^2$$

Dónde:

Pi = abundancia proporcional de la especie, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje”. Los valores de 0 (baja dominancia) a 1 (alta dominancia).

**b) Índice de Shannon-Wiener** (Sánchez, 2009).

Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Valdivia, 1998). Se basa en la teoría de la información, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies (S), asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Jots & Gonzáles Oreja , 2012), se empleo el programa Past 4.0 para el cálculo.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

H' = Índice de Shannon- Wiener.

S= Número de especies (riqueza de especies)

Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos.

Los valores de 0.5-2 baja diversidad, de 2-3 Diversidad Normal Y 3-5 Alta Diversidad.

### **3.2.5 Diversidad Beta**

**a) Índice de Similitud Jaccard:**

Mide la similitud, disimilitud o distancias que existen entre las estaciones de muestreo, este índice, se define como la relación entre el tamaño de la interacción de ambas muestras y el tamaño de unión. Existe una cantidad de formas de estimar la semejanza entre comunidades, la razón es que muchos de los investigadores difieren en cuanto a la forma de estimarla y particularmente porque los límites de las comunidades pueden ser o no evidentes a la hora de establecer las combinaciones de las comunidades individuales para determinar asociaciones. Sin embargo, las

relaciones de semejanza pueden ser expresadas numéricamente y uno puede establecer límites arbitrarios sobre una base matemática, lo que reduce la subjetividad considerablemente. Se empleo el programa Past 4.0 para el cálculo.

$$I_j = \frac{c}{(A + B - C)}$$

Donde:

A: número de especies presentes en la estación A

B: número de especies presentes en la estación B

C: número de especies presentes en la estación

### 3.3 Determinación del Índice Diatómico General (IDG)

Este índice viene determinado por tres variables:

El cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^j A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j S_j}$$

Dónde:

$A_j$  = Abundancia (%)

$S_j$  = Sensibilidad a la polución con valores entre 1 (más resistente) y 5 (más sensible)

$V_j$  = Valor indicativo de la especie que va desde 1 (forma ubicua) hasta 3 (forma característica)

Con esta fórmula el valor del índice que obtenemos sólo podrá variar entre 1 y 5, rango establecido para la clasificación de la calidad de las aguas.

**Tabla 5**

*Taxones utilizados como indicadores de calidad del agua para determinar IDG. (Coste & Ayphassorho, 1991)*

TAXONES	CÓDIGO	SENSIBILIDAD (S)	VARIABILIDAD (V)
<i>Achnantes</i>	ACH	5	1
<i>Amphipleura</i>	AMH	5	3
<i>Amphora</i>	ARA	3	2
<i>Anomoeoneis</i>	ANO	5	2
<i>Asterionella</i>	AST	4	1
<i>Attheya</i>	ATT	2	3
<i>Caloneis</i>	CAL	4	2
<i>Campylodiscus</i>	CAM	5	2
<i>Ceratoneis</i>	CER	5	2
<i>Cocconeis</i>	COC	4	1
<i>Cyclotella</i>	CYC	3	1
<i>Cymatopleura</i>	CMA	4	2
<i>Cymbella</i>	CMB	5	1
<i>Denticula</i>	DEN	5	3
<i>Diatoma</i>	DIA	4	1
<i>Diploneis</i>	DIP	5	1
<i>Epithemia</i>	EPI	5	2
<i>Eunotia</i>	EUN	5	1
<i>Fragilaria</i>	FRA	4	1
<i>Frustulia</i>	FRU	5	2
<i>Gomphoneis</i>	GIS	4	2
<i>Gomphonema</i>	GMA	3	2
<i>Gyrosigma</i>	GYA	4	3
<i>Hantzschia</i>	HAN	1	3
<i>Melosira</i>	MEL	3	1
<i>Meridion</i>	MER	5	1
<i>Navicula</i>	NAV	3	1
<i>Neidium</i>	NEI	4	3
<i>Nitzschia (otras)</i>	NIT	1	1
<i>Pinnularia</i>	PIN	4	3
<i>Rhizosoenia</i>	RHI	2	3
<i>Rhoiscophenia</i>	RHO	4	1
<i>Rhopalodia</i>	RHP	4	1
<i>Stauroneis</i>	STA	5	2
<i>Stenopterobia</i>	SIA	5	3
<i>Stephanodiscus</i>	STE	2	1
<i>Surirella</i>	SUR	3	3
<i>Synedra</i>	SYN	3	1
<i>Tabellaria</i>	TAB	5	1
<i>Tetracyclus</i>	TET	5	3
<i>Thalassiosira</i>	THA	2	3

### **3.4 Determinación de parámetros físico – químicos**

**a) Temperatura.** -Para la lectura de cifras de temperatura, se utilizó el termómetro ambiental, el dato se anotó en las fichas de campo (American Publish Health Association et al., 1992).

**b) Turbidez.** -Se determino mediante el método Nefelométrico utilizando el equipo de marca HACH, modelo TL2350, el que se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersa por la muestra en la celda de medición y la dispersada por una solución patrón, una vez obtenido el valor, se anotó en la hoja de registro correspondiente (American Publish Health Association et al., 1992).

**c) Potencial de hidrogeniones (pH).** -Para determinar el (pH) o potencial de hidrogeniones se utilizó el método Potenciómetro con electrodo de vidrio, se utiliza para obtener cifras muy precisas, es aplicado en la medición del pH en aguas dulces o en aguas que contienen proteínas. Su funcionamiento se basa en la diferencia de potencial existente entre un electrodo de vidrio y el electrodo de referencia (American Publish Health Association et al., 1992).

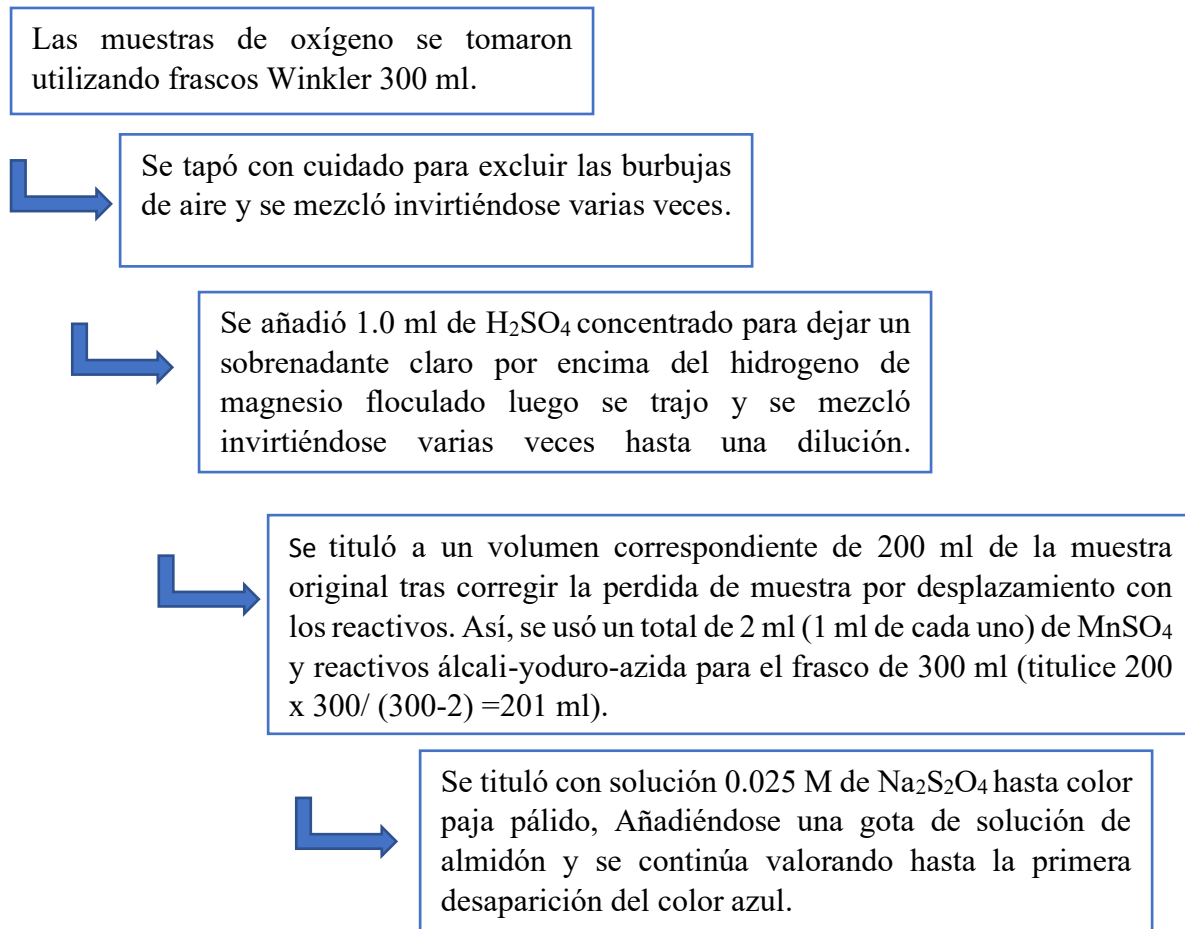
**d) Total de Sólidos Disueltos.** -Este parámetro se procedió a medir con un conductímetro marca WTW, Modelo multi-3410. Se introdujo el electrodo del conductímetro en la muestra, anotando el resultado en la hoja de registro correspondiente (American Publish Health Association et al., 1992).



e) **Oxígeno disuelto.** -Para la determinación del oxígeno disuelto se utilizó la metodología propuesta por (WINKLER, 1888).

### Figura 7

*Método de Winkler para medir concentración de OD (APHA, AWWA, WPCF, 2010).*



El cálculo del OD, se realizó mediante la siguiente formula:

$$[\text{OD}] = \frac{\text{volumen Na S2O3} * \text{normalidad Na S2O3} * 8000 * \text{VDB}}{\text{ml de la muestra valorada} * (\text{VDB} - 2)}$$

Donde:

OD: Oxígeno disuelto

Volumen Na S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Volumen del tiosulfato gastado en la titulación

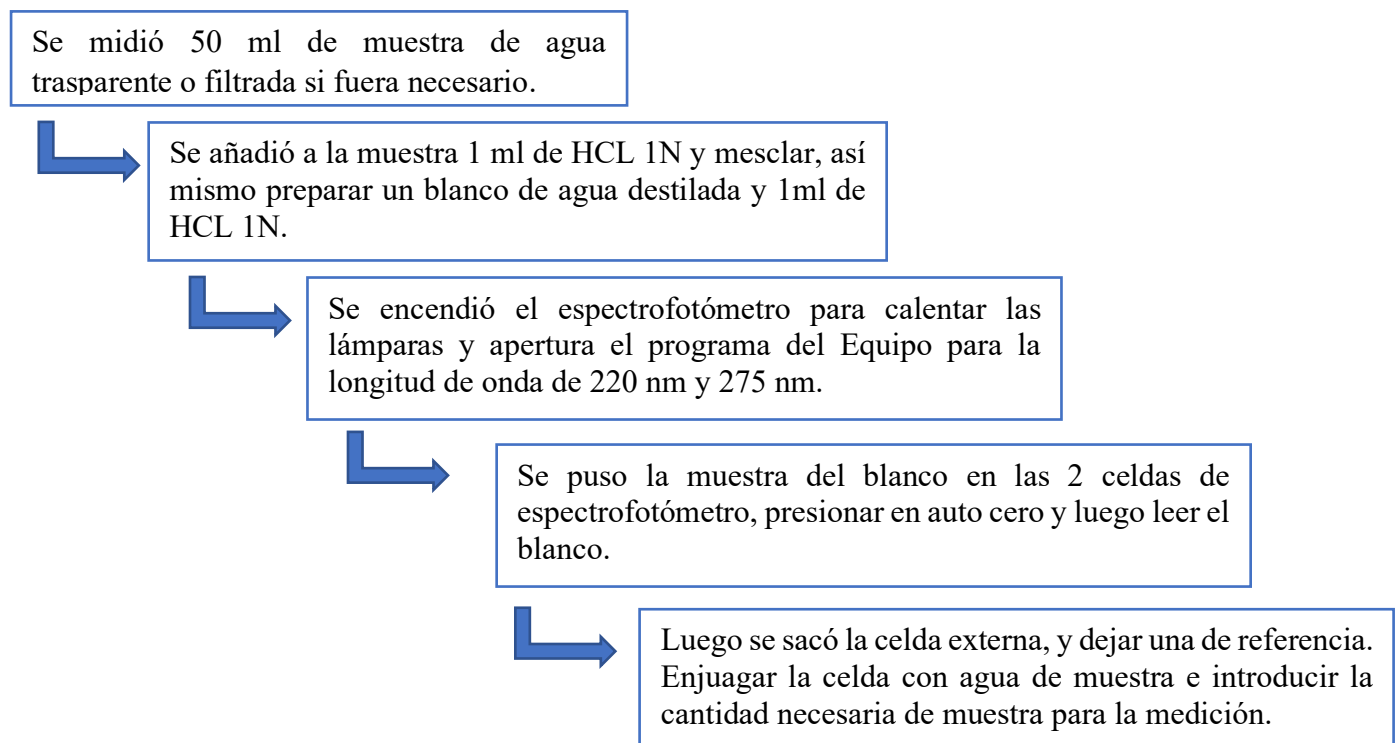
VDB: Volumen de la botella Winkler.

Adicional a ello también se midió la temperatura para determinar el porcentaje de saturación con ello se determinó la difusión del oxígeno ambiental al agua por diferentes medios como la agitación y fotosíntesis que ocurre en el medio acuático.

**f) Nitratos.** – Se realizó mediante el siguiente procedimiento.

### Figura 8

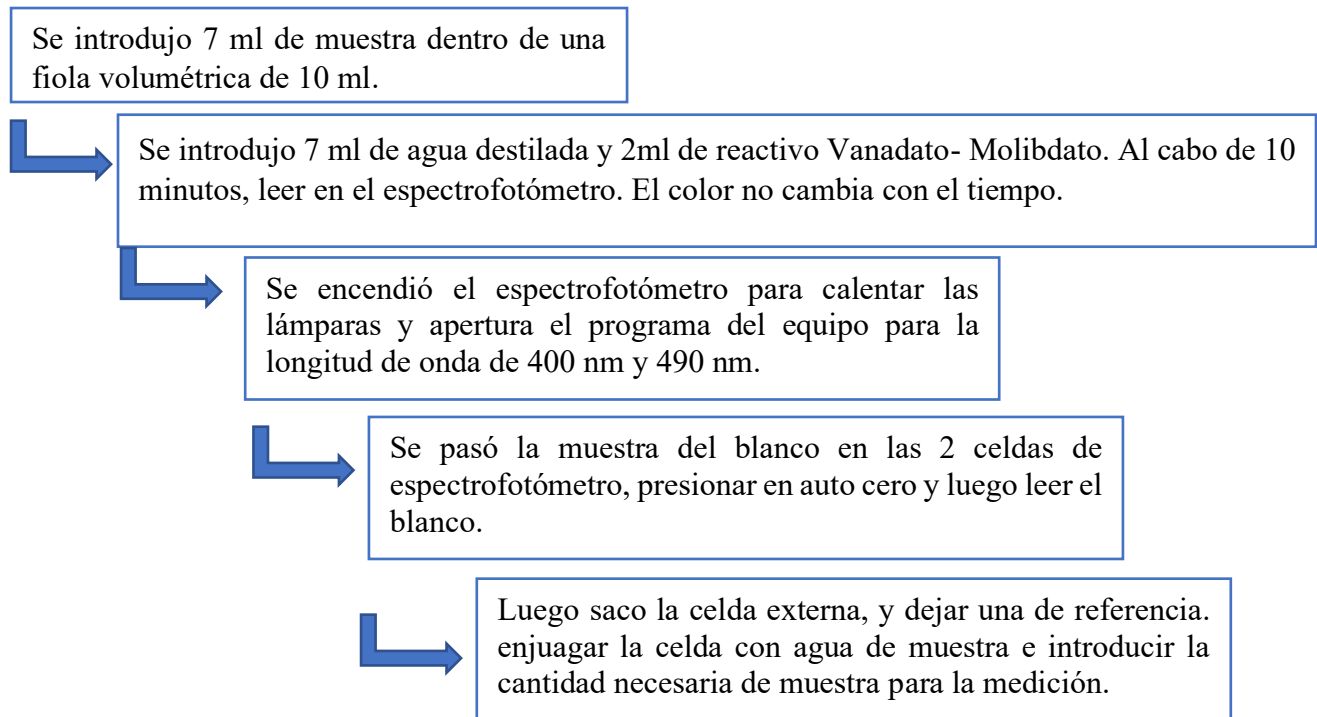
*Método espectrofotométrico para determinar concentración de nitratos (APHA, AWWA, WPCF, 2010).*



**g). Fosforo.** -Se realizó el siguiente procedimiento:

**Figura 9**

*Método colorimétrico de ácido Vanadomolibdofosfórico (APHA, AWWA, WPCF, 2010).*



**h) Conductividad.** - Se utilizo un conductímetro de marca WTW, modelo MULTI3410, en el que se colocó el electrodo en una muestra para medir el valor anotando el resultado en la hoja de registro correspondiente. Con este mismo método se puede medir sólidos disueltos salinidad y temperatura (American Publish Health Association et al., 1992).

**i) Color.** -Para medir el color de la muestra se retiró previamente la turbidez, para lo que se tuvo que realizar un pretratamiento de filtrado (el color de la muestra se expresa en términos de sensación percibida, observad). La tonalidad rojo verde amarillo se designa como la longitud de onda dominante, el grado de brillantez como luminancias y la saturación pálido pastel como

pureza, a partir de las características de transmisión de luz el color se determinó por espectrometría (American Publish Health Association et al., 1992).

**j) Sulfatos.**-La determinación de concentraciones de iones sulfato se realizó mediante el método turbidímetro el que procede cuando el ion sulfato precipita en un medio de ácido acético con cloruro de bario para formar precipitado de sulfato de bario que causa turbidez en la muestra, por lo que la turbidez es proporcional a la concentración de iones sulfato que se encuentra en la muestra, esta turbidez se mide mediante la absorbancia luminosa medida por un fotómetro o en un turbidímetro que determina la concentración del ion sulfato mediante la comparación con una curva patrón (American Publish Health Association et al., 1992).

**Tabla 6**

*Parámetros físicos-químicos evaluados*

<b>Parámetros Físico -químicos</b>	<b>Método</b>
Temperatura	Termómetro
pH, Turbidez	Potenciómetro/nefelométrico
Solidos totales disueltos mg/l	Espectrofotométrico
Oxígeno disuelto	Modificación de Azida
Nitratos (mg/L)	Cromatográfico de iones
Fosforo total (mg/L)	Método colorimétrico de Vanadomolibdofosforico
Conductividad (us/cm)	Método de laboratorio
Sulfatos (mg/L)	Cromatográfico de iones
Color (U.C)	Espectrofotométrico

### 3.5 Estimación del Índice de Calidad de Agua General “ICA-NSF”

El “ICA-NSF” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo. Para el cual se emplea la siguiente fórmula:

$$ICA - NSF = \sum_{i=1}^n S_i W_i \quad (1)$$

Donde:






ICA=índice de calidad del agua

S<sub>i</sub>= subíndice del parámetro i

W<sub>i</sub>=factor de ponderación para el subíndice i ponderados entre 0 y 1 de tal forma que cumpla que la sumatoria sea igual a uno (Saravia, 2017).

**Tabla 7**

*Clasificación del “ICA – NSF 1970” propuesto por Brown (Lobos, 2002).*

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR	CRITERIO
Excelente		91 a 100	Son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.
Buena		71 a 90	Tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.
Regular		51 a 70	Pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.
Mala		26 a 50	Pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.
Pésima		0 a 25	Pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

Para calcular los (W<sub>i</sub>) del Índice de Calidad General se debe tener en cuenta las curvas de función para cada variable.

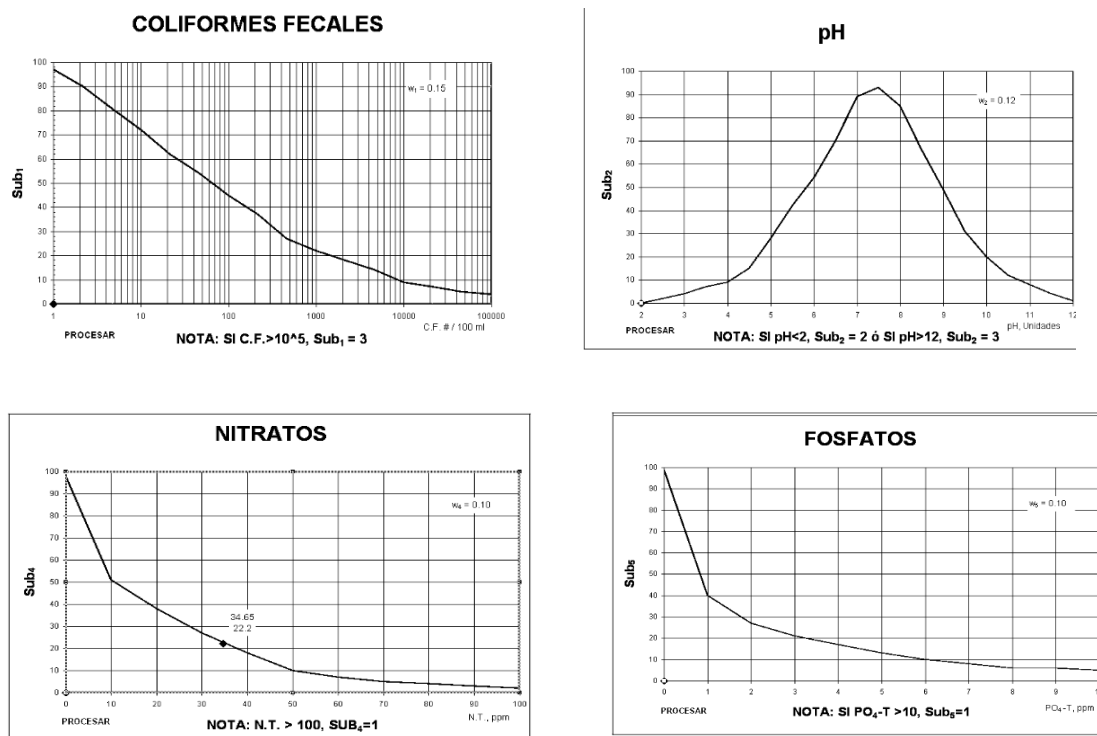
**Tabla 8**

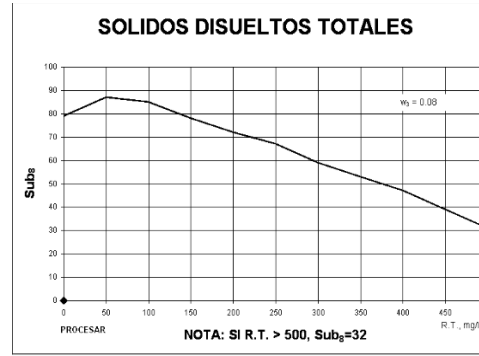
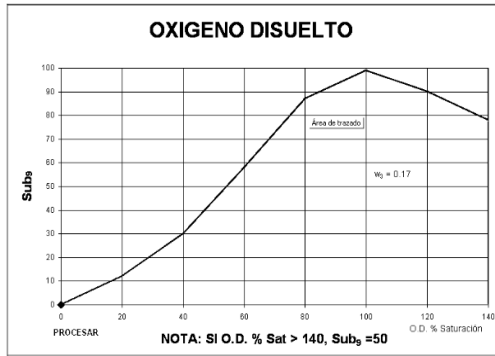
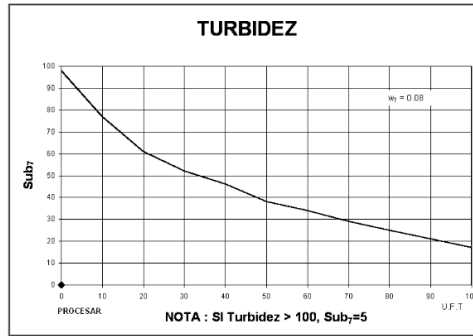
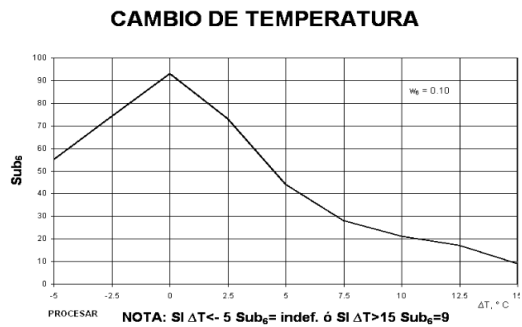
*Wi recalculado para 8 parámetros evaluados.*

Parámetro	Unidades	Factor Wi	Wi recalculado
% de saturación de oxígeno	% sat	0.17	0.18
coliformes fecales	NMP/100ml	0.16	0.17
Ph	unidades de pH	0.11	0.12
Nitratos	mg/l NO3	0.1	0.11
Fosfatos	mg/l PO4-P	0.1	0.11
temperatura	°C	0.1	0.11
Turbiedad	NTU	0.08	0.09
Solidos Totales	mg/l	0.07	0.08

**Figura 10**

*Curvas de función del ICA-NSF propuestas por Brown (SNET, 2012).*





Para la determinación del porcentaje de saturación de oxígeno se empleó la tabla de solubilidad de oxígeno a la temperatura dada y el factor de corrección para diferentes altitudes, si el % de saturación de oxígeno es mayor a 140 tomará el valor de Subíndice de 50.

**Tabla 9**

*Solubilidad de Oxígeno en agua dulce (Lobos, 2002).*

Temp. °C	OD mg/L	Temp. °C	OD mg/L	Temp. °C	OD mg/L	Temp. °C	OD mg/L
1	14.19	12	10.76	23	8.56	34	7.05
2	13.81	13	10.52	24	8.4	35	6.93
3	13.44	14	10.29	25	8.24	36	6.82
4	13.09	15	10.07	26	8.09	37	6.71
5	12.75	16	9.85	27	7.95	38	6.61
6	12.43	17	9.65	28	7.81	39	6.51
7	12.12	18	9.45	29	7.67	40	6.41
8	11.83	19	9.26	30	7.54	41	6.31
9	11.55	20	9.07	31	7.41	42	6.22
10	11.27	21	8.9	32	7.28	43	6.13
11	11.01	22	8.72	33	7.16	44	6.04

### **3.6 Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)**

El análisis de correspondencia canónica se realizó mediante el paquete estadístico Past Versión 4.11, Windows de 64 bits (9 MB) (Natural History Museum, 2022), donde se introdujo los datos de las abundancias de diatomeas y los parámetros evaluados durante el presente trabajo.

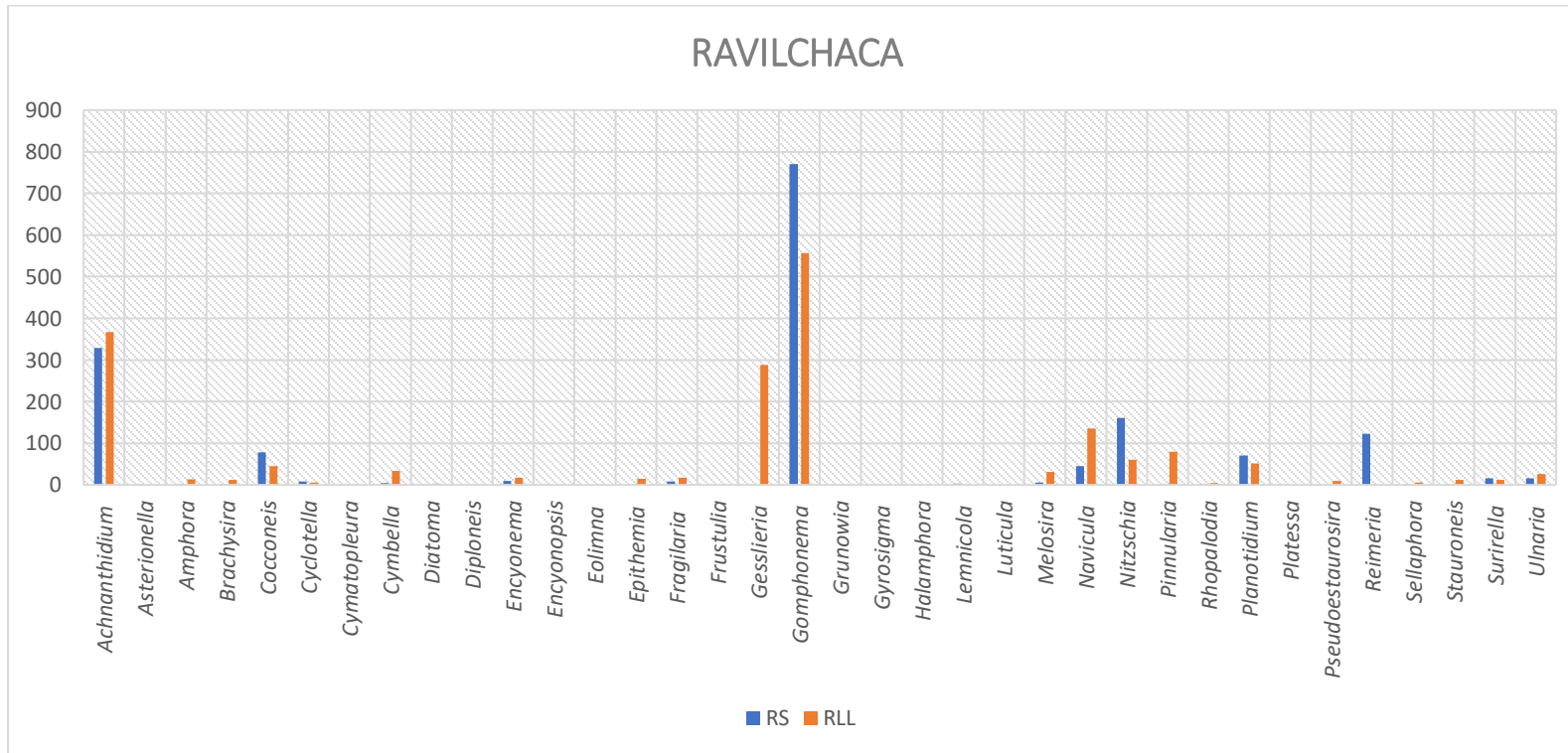


## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.- Composición de Bacillariophyta a nivel de género tributarios Microcuenca Piuray-Korimarca.

**Figura 11**

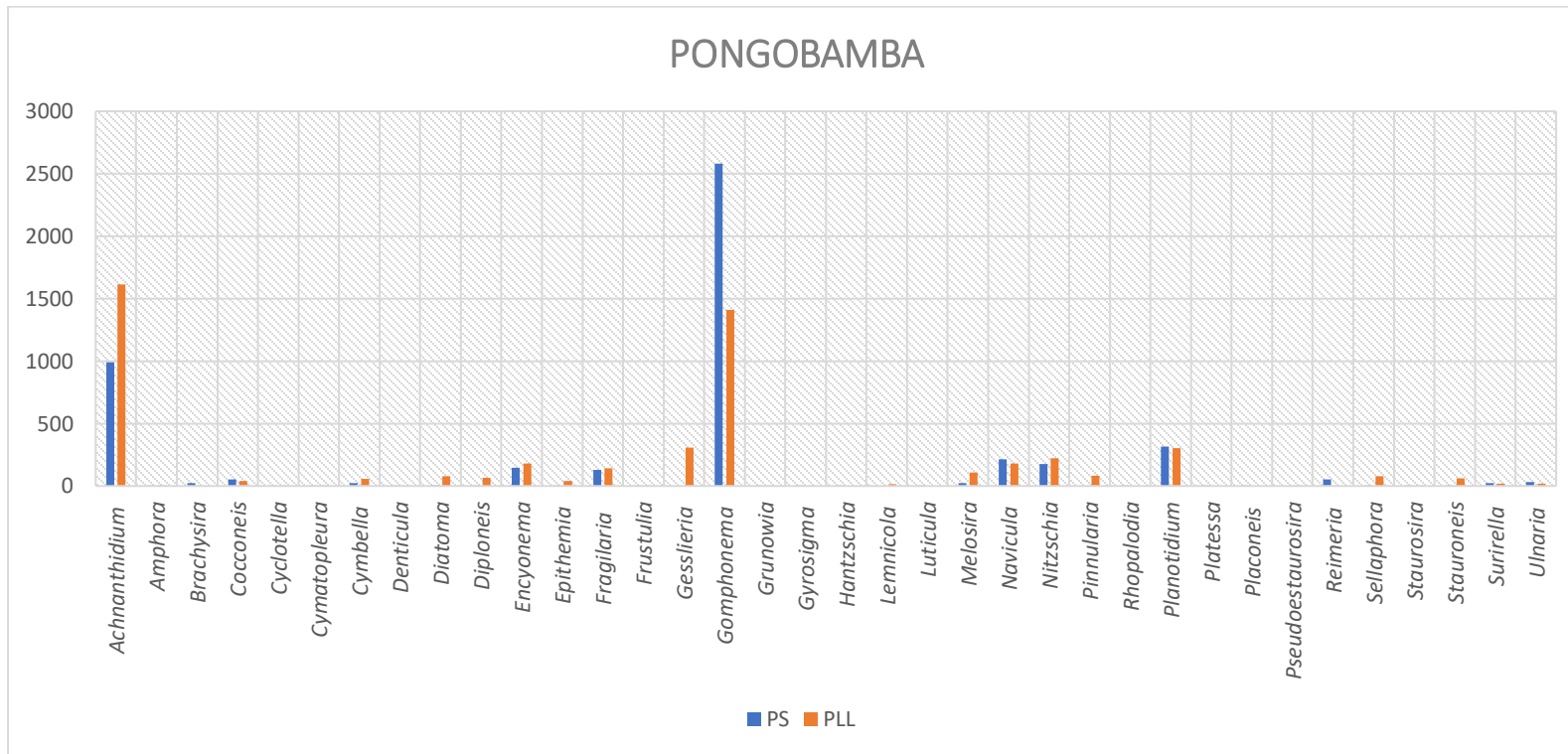
*Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca, época de secas y Lluvias.*



Se observó la presencia de 36 géneros, siendo los más abundantes: *Achnanthis*, *Gomphonema*, *Geissleria*, *Nitzschia*, *Reimeria*, *Navicula*, *Cocconeis* y *Planotidium* en toda la época de muestreo (figura 11).

**Figura 12**

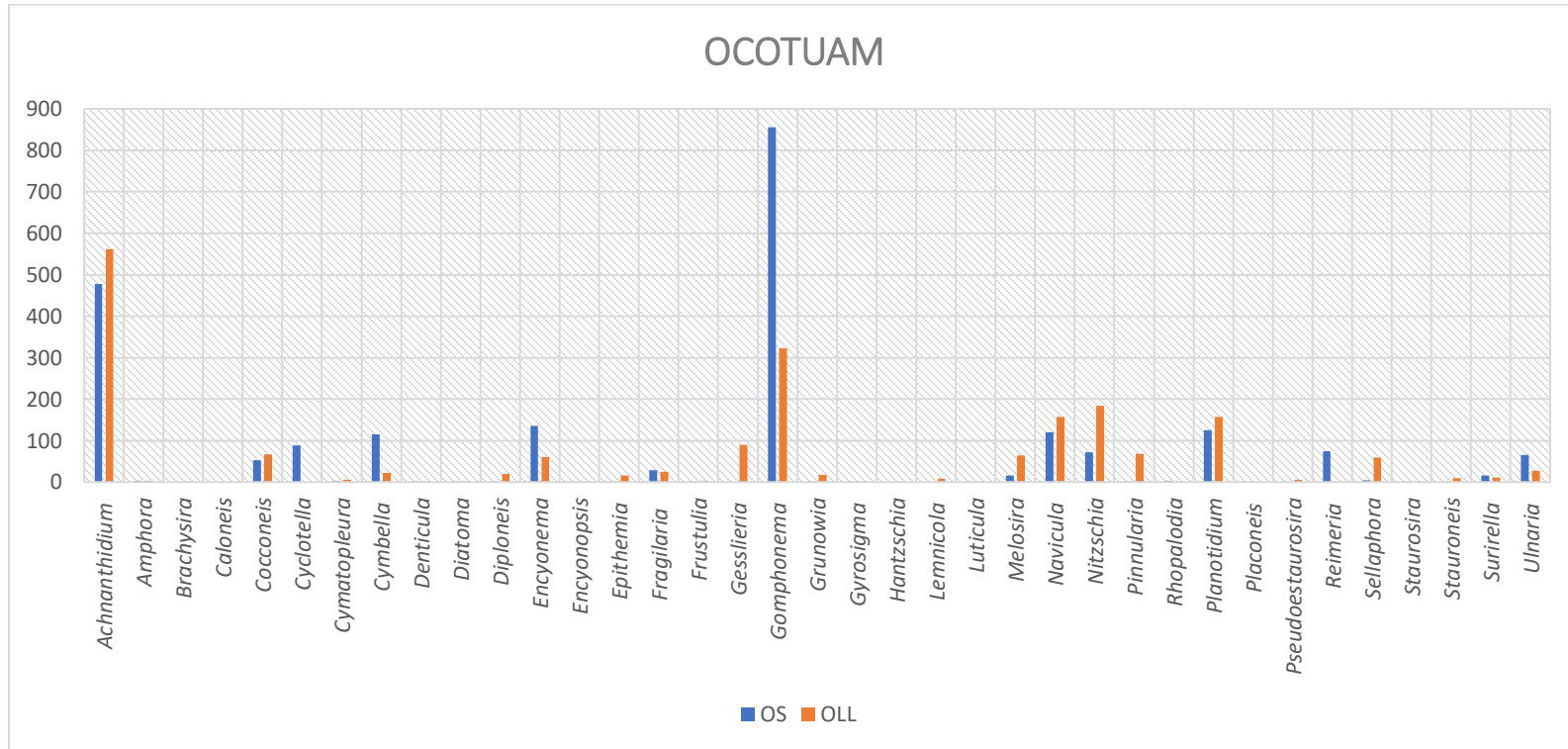
*Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba, época de secas y Lluvias.*



Se observó la presencia de 36 géneros, siendo los más abundantes *Gomphonema*, *Achnantheidium*, *Planotidium*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Nitzschia*, y *Navicula*, en toda la época de muestreo (Figura 12).

**Figura 13**

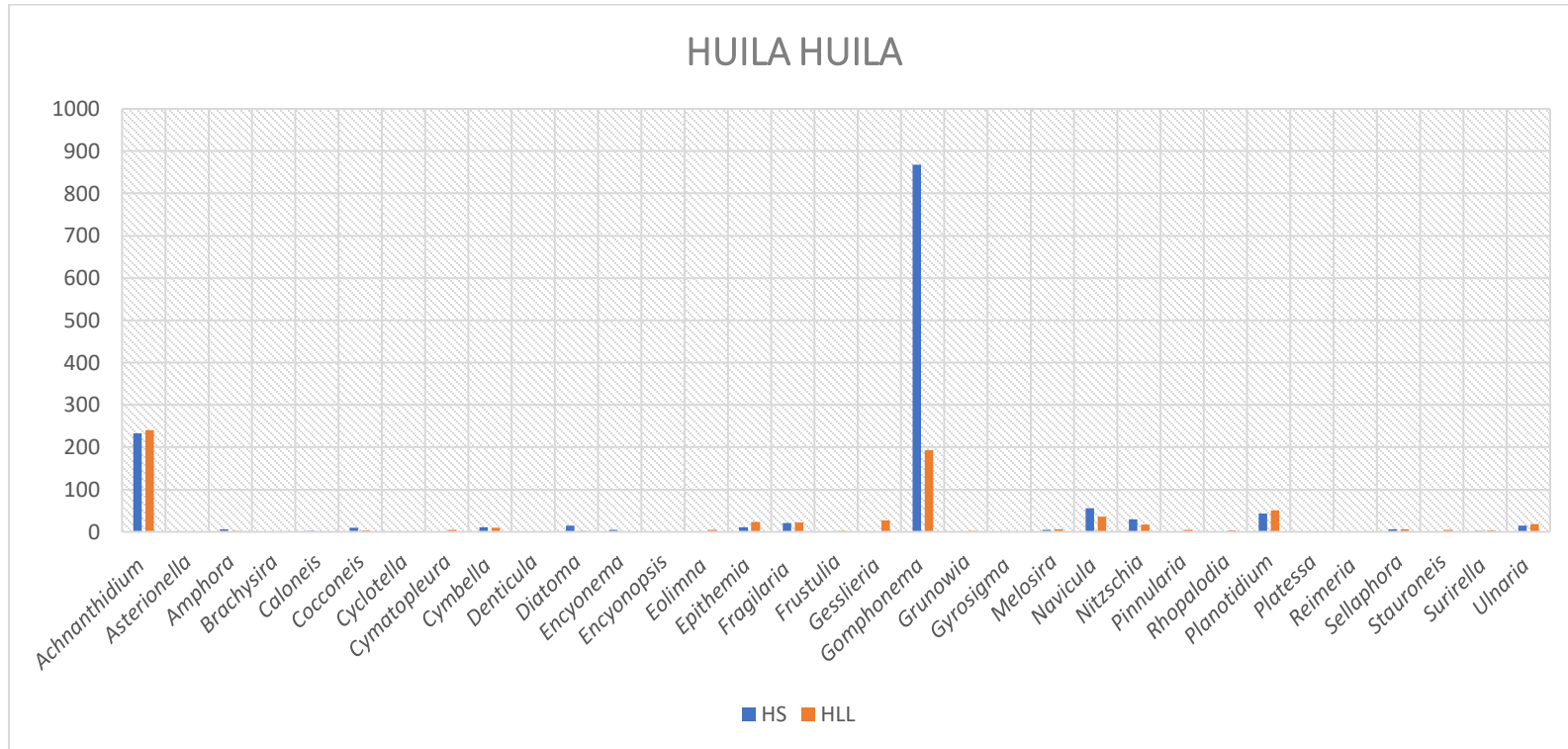
*Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan época de secas y Lluvias.*



Se observó la presencia de 37 géneros, siendo los más abundantes *Gomphonema*, *Achnanidium*, *Planotidium*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Encyonema*, *Fragilaria* y *Diatoma* en toda la época de muestreo. (Figura 13)

**Figura 14**

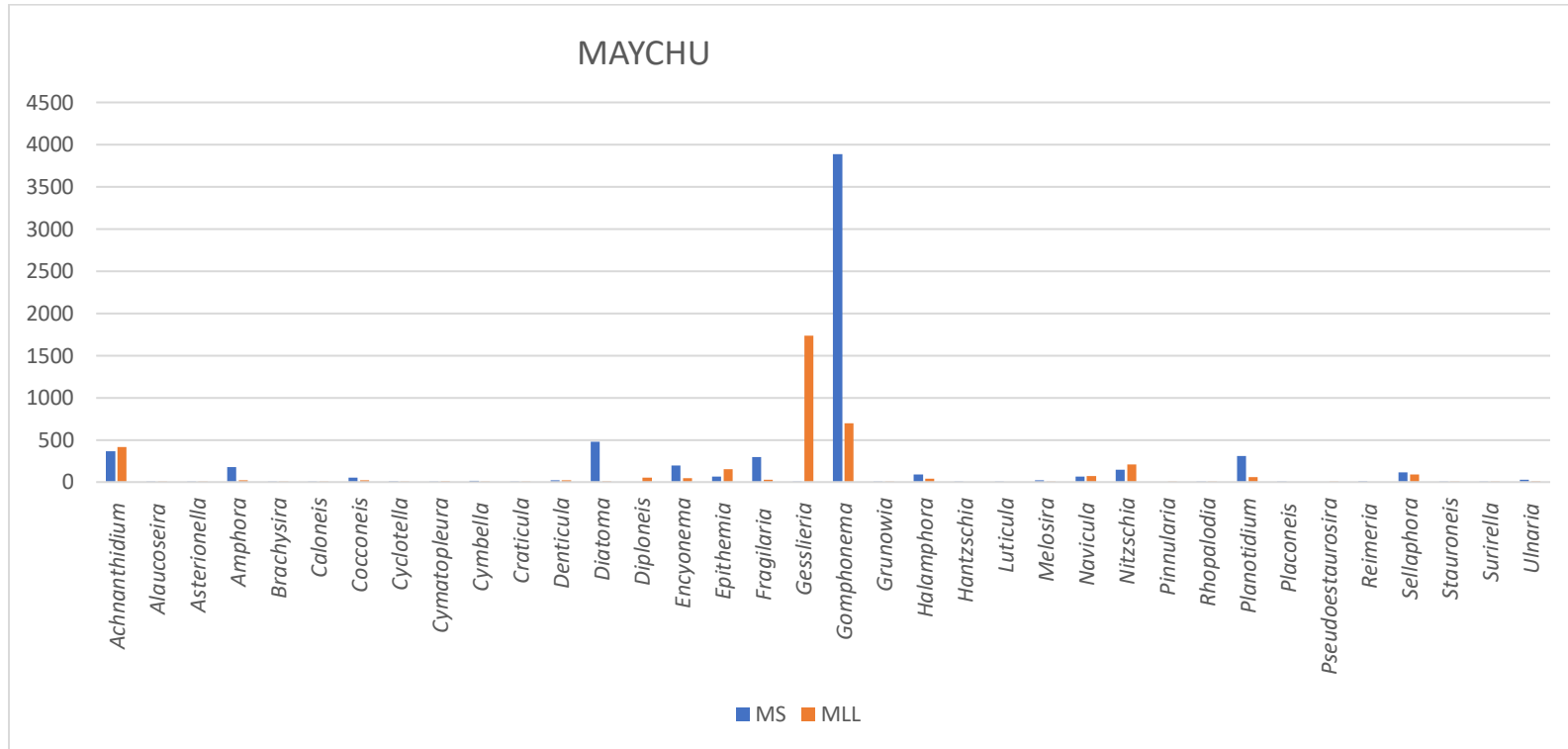
*Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Huila- Huila en la época de secas y lluvias.*



Se observó la presencia de 33 géneros, siendo los más abundantes *Gomphonema*, *Achnantheidium*, *Planotidium*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Fragilaria* y *Cymbella*, en toda la época de muestreo. (Figura 14)

**Figura 15**

Porcentaje de composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu, época de secas y Lluvias.



Se observó la presencia de 36 géneros siendo los más abundantes *Gomphonema*, *Achnantheidium*, *Geissleria*, *Nitzschia*, *Diatoma*, *Epithemia*, *Encyonema*, *Planotidium*, *Navicula*, *Fragilaria* y *Encyonema* en toda la época de muestreo. (Figura 15)

## 4.2.-Determinacion del índice de diversidad

### a) ÍNDICE DE SIMPSON

**Tabla 10**

*Índice de Simpson de los tributarios para época de secas*

EPOCADE SECAS				
<b>Tributario</b>	<b>Géneros</b>	<b>Nº Individuos</b>	<b>Dominancia</b>	<b>Simpson_1-D</b>
R-S	32	164690	0.2784	0.7216
P-S	29	463917	0.3936	0.6064
O-S	31	259547	0.543	0.457
H-S	29	416422	0.2724	0.7276
M-S	27	185280	0.1422	0.8578

En la tabla 10 se muestra el valor más alto de Índice Simpson que es de 0.8578, correspondiente al tributario Maychu que indica mayor diversidad, mientras que la menor diversidad se encuentra en el tributario Ocotuan con 0.457.

**Tabla 11**

*Índice de Simpson de los tributarios para la época de lluvias*

EPOCADE LLUVIAS				
<b>Tributario</b>	<b>Géneros</b>	<b>Nº Individuos</b>	<b>Dominancia D</b>	<b>Simpson_1-D</b>
R-LL	31	180934	0.2712	0.7288
P-LL	31	305756	0.4408	0.5592
O-LL	29	178139	0.2391	0.7609
H-JJ	29	420868	0.2103	0.7897
M-S	22	191656	0.1765	0.8235

Podemos ver que en la época de lluvias la mayor diversidad corresponde al tributario Maychu con 0.8235 y la menor diversidad al tributario Pongobamba con 0.5592 (tabla 11).

## b) ÍNDICE DE SHANNON

**Tabla 12**

*Índice de Shannon-H de los tributarios para la época de secas*

EPOCA DE SECAS	
<b>Tributario</b>	<b>Shannon_H</b>
R-S	1.224
P-S	1.17
O-S	1.43
H-S	1.212
M-S	1.214

Según Shannon, Ocotuan presenta mayor diversidad para la época de secas y Pongobamba la menor diversidad de los tributarios de la Microcuenca Piuray -Korimarca.(tabla12)

**Tabla 13**

*Índice de Shannon\_H de los tributarios para la época de lluvias*

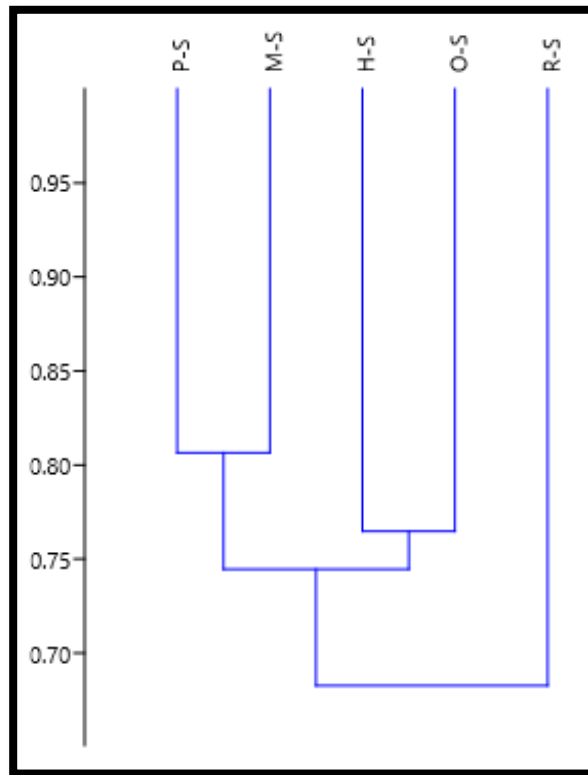
EPOCA DE LLUVIAS	
<b>Tributario</b>	<b>Shannon_H</b>
R-S	1.236
P-S	1.326
O-S	1.496
H-S	1.276
M-S	1.164

En la tabla 13 se muestra que para la época de lluvias Ocotuan presenta el mayor valor de diversidad y Maychu el menor valor de diversidad en la Microcuenca Piuray -Korimarca.

**c) Diversidad Beta de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca, Chinchero-Urubamba.**

**Figura 16**

*Índice de similitud Jaccard de Bacillariophyta para la época de secas.*

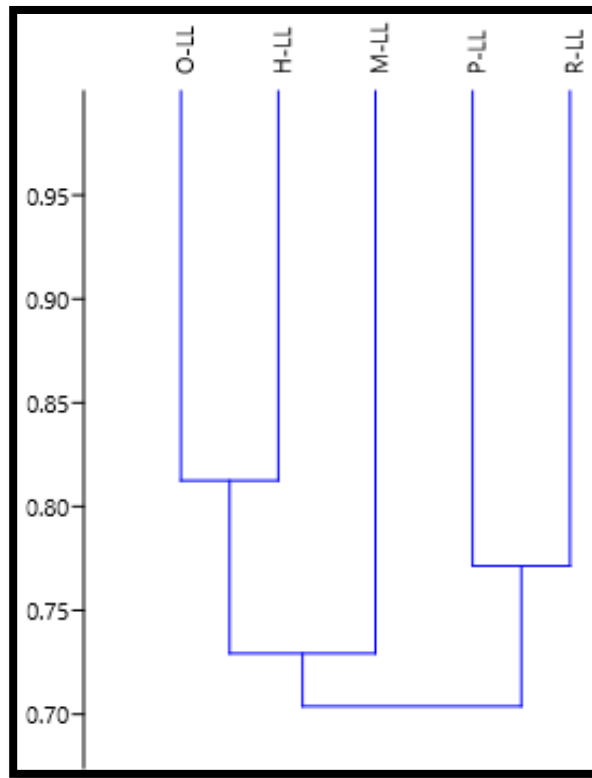


De acuerdo al índice Jaccard, podemos observar que para la temporada de secas, los tributarios de Pongobamba y Maychu presentan mayor similitud con 81 % así como Huila- Huila y Ocotuan con 77 % de similitud de Bacillariophyta ,mientras que Ravilchaca presenta generos diferentes a los demas tributarios (figura 16).



**Figura 17**

*Índice de similitud de Jaccard de Bacillariophyta para la época de lluvias.*



Como podemos observar en la figura 17 en el tributario Ocotuan y Huila-Huila presentan mayor similitud 82% de igual manera Pongobamba y Ravilchaca presentan una similitud de 78 % de Bacillariophyta , mientras que Maychu comparte generos en un 73% con los demas tributarios.

### 4.3 CALIDAD DE AGUA MEDIANTE EL ÍNDICE DIATÓMICO GENERALIZADO

**Tabla 14**

*Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad de agua mediante el IDG del tributario Ravilchaca.*

RAVILCHACA ÉPOCA DE SECAS							RAVILCHACA ÉPOCA DE LLUVIA						
TAXON	N° de individuos	%A	S	V	A*S*V	A*V	TAXON	N° de individuos	%A	S	V	A*S*V	A*V
<i>Amphora</i>	158	0.14	3	2	0.86	0.29	<i>Achnanthes</i>	2458	1.97	5	1	9.9	2
<i>Caloneis</i>	8	0.01	4	2	0.06	0.02	<i>Amphora</i>	1375	1.10	3	2	6.6	2.2
<i>Cocconeis</i>	7758	7.06	4	1	28.25	7.06	<i>Cocconeis</i>	4900	3.92	4	1	15.7	3.9
<i>Cyclotella</i>	825	0.75	3	1	2.25	0.75	<i>Cyclotella</i>	700	0.56	3	1	1.7	0.6
<i>Cymatopleura</i>	8	0.01	4	2	0.06	0.02	<i>Cymatopleura</i>	167	0.13	4	2	1.1	0.3
<i>Cymbella</i>	392	0.36	5	1	1.78	0.36	<i>Cymbella</i>	3433	2.75	5	1	13.8	2.8
<i>Denticula</i>	8	0.01	5	3	0.11	0.02	<i>Diatoma</i>	275	0.22	4	1	0.9	0.2
<i>Diatoma</i>	67	0.06	4	1	0.24	0.06	<i>Epithemia</i>	50	0.04	5	2	0.4	0.1
<i>Fragilaria</i>	792	0.72	4	1	2.88	0.72	<i>Fragilaria</i>	3042	2.49	4	1	9.8	2.4
<i>Frustulia</i>	8	0.01	5	2	0.08	0.02	<i>Gomphonema</i>	84400	67.65	3	2	405.9	135.3
<i>Gomphonema</i>	76975	70.07	3	2	420.44	140.15	<i>Gyrosigma</i>	42	0.033	4	3	0.4	0.1
<i>Gyrosigma</i>	50	0.05	4	3	0.55	0.14	<i>Melosira</i>	900	0.72	3	1	2.2	0.7
<i>Melosira</i>	533	0.49	3	1	1.46	0.49	<i>Navicula</i>	12800	10.26	3	1	30.8	10.3
<i>Navicula</i>	4525	4.12	3	1	12.36	4.12	<i>Nitzschia</i>	7450	5.971	1	1	6	6
<i>Nitzschia</i>	16058	14.62	1	1	14.62	14.62	<i>Rhopalodia</i>	33	0.026	5	2	0.3	0.1
<i>Pinnularia</i>	67	0.06	4	3	0.73	0.18	<i>Surirella</i>	2717	2.177	3	3	19.6	6.5
<i>Surirella</i>	1617	1.47	3	3	13.25	4.42	<i>Synedra</i>	8	0.006	3	1	0.02	0.01
<b>SUMA</b>	<b>109850</b>				<b>499.98</b>	<b>173.41</b>	<b>SUMA</b>	<b>124750</b>				<b>500</b>	<b>173.4</b>

**IDG: Calidad biológica:** Polución fuerte, **2.9**  
Desaparición de especies sensibles.  
**Calidad del agua:** Mala

**IDG: Calidad biológica:** Polución fuerte, **2.9**  
Desaparición de especies sensible.  
**Calidad del agua:** Mala

En la tabla 14 se observa la presencia de los géneros: *Caloneis*, *Denticula*, *Frustulia* y *Pinnularia* que no están presentes en la época de lluvia, así mismo *Achnanthes*, *Epithemia*, *Rhopalodia* y *Synedra* que no se encuentran en la época de secas en el tributario.

**Tabla 15**

*Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Pongobamba.*

TAXA	PONGOBA M B A É P O C A D E S E C A S						TAXA	PONGOBA M B A É P O C A D E L L U V I A					
	N° de individuos	%A	S	V	A*S*V	A*v		N° de individuos	%A	S	V	A*S*V	A*v
<i>Amphora</i>	12083	3.18	3	2	19.1	6.4	<i>Achnanthes</i>	267	0.11	5	1	0.6	0.1
<i>Cocconeis</i>	3992	1.05	4	1	4.2	1	<i>Amphora</i>	1300	0.56	3	2	3.3	1.1
<i>Cyclotella</i>	508	0.13	3	1	0.4	0.1	<i>Cocconeis</i>	6083	2.61	4	1	10.4	2.6
<i>Cymatopleura</i>	400	0.11	4	2	0.8	0.2	<i>Cyclotella</i>	42	0.02	3	1	0.1	0
<i>Cymbella</i>	1275	0.34	5	1	1.7	0.3	<i>Cymatopleura</i>	67	0.03	4	2	0.2	0.1
<i>Denticula</i>	117	0.03	5	3	0.5	0.1	<i>Cymbella</i>	900	0.39	5	1	1.9	0.4
<i>Diatoma</i>	33675	8.85	4	1	35.4	8.9	<i>Denticula</i>	133	0.06	5	3	0.9	0.2
<i>Epithemia</i>	4283	1.13	5	2	11.3	2.3	<i>Diatoma</i>	1900	0.81	4	1	3.3	0.8
<i>Fragilaria</i>	20533	5.40	4	1	21.6	5.4	<i>Diploneis</i>	58	0.02	5	1	0.1	0
<i>Gomphonema</i>	284675	74.84	3	2	449.1	149.7	<i>Epithemia</i>	3808	1.63	5	2	16.3	3.3
<i>Gyrosigma</i>	17	0.004	4	3	0.1	0	<i>Fragilaria</i>	8283	3.55	4	1	14.2	3.5
<i>Melosira</i>	1617	0.43	3	1	1.3	0.4	<i>Gomphonema</i>	197383	84.54	3	2	507.2	169.1
<i>Navicula</i>	5933	1.56	3	1	4.7	1.6	<i>Gyrosigma</i>	58	0.02	4	3	0.3	0.1
<i>Nitzschia</i>	11083	2.91	1	1	2.9	2.9	<i>Melosira</i>	367	0.16	3	1	0.5	0.2
<i>Surirella</i>	167	0.04	3	3	0.4	0.1	<i>Navicula</i>	6383	2.73	3	1	8.2	2.7
<b>SUMA</b>	<b>380358</b>				<b>553.3</b>	<b>179.4</b>	<i>Nitzschia</i>	6142	2.63	1	1	2.6	2.6
<b>IDG: Calidad biológica:</b> Polución media, eutrofización acentuada. <b>Calidad de agua:</b> Regular						<b>3.1</b>	<i>Pinnularia</i>	25	0.01	4	3	0.1	0
							<i>Surirella</i>	275	0.12	3	3	1.1	0.4
							<i>Synedra</i>	8	0.004	3	1	0	0
							<b>SUMA</b>	<b>233483</b>				<b>571.3</b>	<b>187.2</b>
<b>IDG: Calidad biológica:</b> Polución media, eutrofización acentuada. <b>Calidad de agua:</b> Regular						<b>3.1</b>							

*Achnanthes, Diploneis, Pinnularia y Synedra se reportan solo para la época de lluvias y teniendo en común las demás especies (tabla 15).*

**Tabla 16**

*Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Ocotuan.*

TAXA	OCOTUAN ÉPOCA DE SECAS						TAXA	OCOTUAN ÉPOCA DE LLUVIA					
	Nº de individuos	%A	S	V	A*S*V	A*v		Nº de individuos	%A	S	V	A*S*V	A*v
<i>Achnanthes</i>	83	0.04	5	1	0.2	0.04	<i>Achnanthes</i>	17	0.02	5	1	0.1	0.02
<i>Amphora</i>	442	0.214	3	2	1.3	0.43	<i>Amphora</i>	792	0.82	3	2	4.9	1.64
<i>Cocconeis</i>	1408	0.682	4	1	2.7	0.68	<i>Cocconeis</i>	2483	2.57	4	1	10.3	2.57
<i>Cyclotella</i>	50	0.024	3	1	0.1	0.02	<i>Cyclotella</i>	167	0.17	3	1	0.5	0.17
<i>Cymatopleura</i>	8	0.004	4	2	0	0.01	<i>Cymatopleura</i>	8	0.01	4	2	0.1	0.02
<i>Cymbella</i>	2250	1.09	5	1	5.5	1.09	<i>Cymbella</i>	2333	2.41	5	1	12.1	2.41
<i>Denticula</i>	133	0.065	5	3	1	0.19	<i>Denticula</i>	33	0.03	5	3	0.5	0.1
<i>Diatoma</i>	1875	0.909	4	1	3.6	0.91	<i>Diatoma</i>	3825	3.96	4	1	15.8	3.96
<i>Epithemia</i>	1083	0.525	5	2	5.2	1.05	<i>Diploneis</i>	25	0.03	5	1	0.1	0.03
<i>Eunotia</i>	17	0.008	5	1	0	0.01	<i>Epithemia</i>	2008	2.08	5	2	20.8	4.15
<i>Fragilaria</i>	1692	0.82	4	1	3.3	0.82	<i>Fragilaria</i>	3758	3.89	5	1	19.4	3.89
<i>Gomphonema</i>	187650	90.927	3	2	545.6	181.85	<i>Gomphonema</i>	68450	70.78	3	2	424.7	141.56
<i>Gyrosigma</i>	33	0.016	4	3	0.2	0.05	<i>Gyrosigma</i>	133	0.14	4	3	1.7	0.41
<i>Melosira</i>	675	0.327	3	1	1	0.33	<i>Melosira</i>	2283	2.36	3	1	7.1	2.36
<i>Navicula</i>	5108	2.475	3	1	7.4	2.48	<i>Navicula</i>	5575	5.76	3	1	17.3	5.76
<i>Nitzschia</i>	3625	1.757	1	1	1.8	1.76	<i>Nitzschia</i>	4125	4.27	1	1	4.3	4.27
<i>Stauroneis</i>	8	0.004	5	2	0	0.01	<i>Pinnularia</i>	50	0.05	4	3	0.6	0.16
<i>Surirella</i>	233	0.113	3	3	1	0.34	<i>Stauroneis</i>	83	0.09	5	2	0.9	0.17
<b>SUMA</b>	<b>206375</b>				<b>579.9</b>	<b>192.1</b>	<i>Surirella</i>	500	0.52	3	3	4.7	1.55
<b>IDG: Calidad biológica: Polución media, eutrofización acentuada. Calidad de agua: Regular</b>						<b>3</b>	<i>Synedra</i>	58	0.06	3	1	0.2	0.06
							<b>SUMA</b>	<b>96708</b>				<b>545.9</b>	<b>175.25</b>
							<b>IDG: Calidad biológica: Polución media, eutrofización acentuada. Calidad de agua: Regular</b>						<b>3.11</b>

Se tiene a: *Eunotia* como genero propio para la época de secas y a los géneros *Diploneis*, *Pinnularia* y *Synedra* característicos para la época de lluvia (tabla 16).

**Tabla 17**

*Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Huila-Huila.*

TAXA	HUILA-HUILA ÉPOCA DE SECAS						TAXA	HUILA-HUILA ÉPOCA DE LLUVIA					
	Nº de organismos	%A	S	V	A*S*V	A*V		Nº de organismos	%A	S	V	A*S*V	A*V
<i>Achnanthes</i>	158	0.06	5	1	0.3	0.1	<i>Amphora</i>	117	0.06	5	3	0.92	0.18
<i>Amphora</i>	125	0.05	3	2	0.3	0.1	<i>Cocconeis</i>	14392	7.58	4	1	30.32	7.58
<i>Cocconeis</i>	6475	2.47	4	1	9.9	2.5	<i>Cyclotella</i>	267	0.14	3	1	0.42	0.14
<i>Cyclotella</i>	175	0.07	3	1	0.2	0.1	<i>Cymatopleura</i>	17	0.01	4	2	0.07	0.02
<i>Cymatopleura</i>	8	0	4	2	0	0	<i>Cymbella</i>	6650	3.5	5	1	17.51	3.5
<i>Cymbella</i>	10508	4.02	5	1	20.1	4	<i>Denticula</i>	75	0.04	5	3	0.59	0.12
<i>Denticula</i>	400	0.15	5	3	2.3	0.5	<i>Diatoma</i>	4208	2.22	4	1	8.87	2.22
<i>Diatoma</i>	142	0.05	4	1	0.2	0.1	<i>Diploneis</i>	42	0.02	5	1	0.11	0.02
<i>Diploneis</i>	75	0.03	5	1	0.1	0	<i>Epithemia</i>	75	0.04	5	2	0.39	0.08
<i>Epithemia</i>	58	0.02	5	2	0.2	0	<i>Gomphonema</i>	115183	60.66	3	2	363.96	121.32
<i>Fragilaria</i>	12650	4.83	5	1	24.2	4.8	<i>Gyrosigma</i>	92	0.05	4	3	0.58	0.14
<i>Gomphonema</i>	1865750	120.31	3	2	427.8	240.6	<i>Melosira</i>	2925	1.54	3	1	4.62	1.54
<i>Gyrosigma</i>	58	0.02	4	3	0.3	0.1	<i>Navicula</i>	24200	12.74	3	1	38.23	12.74
<i>Melosira</i>	2700	1.03	3	1	3.1	1	<i>Nitzschia</i>	20100	10.59	1	1	10.59	10.59
<i>Navicula</i>	21733	8.31	3	1	24.9	8.3	<i>Pinnularia</i>	25	0.01	4	3	0.16	0.04
<i>Nitzschia</i>	17683	6.76	1	1	6.8	6.8	<i>Rhopalodia</i>	8	0	4	1	0.02	0
<i>Pinnularia</i>	8	0	4	3	0	0	<i>Stauroneis</i>	58	0.03	5	2	0.31	0.06
<i>Stauroneis</i>	33	0.01	5	2	0.1	0	<i>Surirella</i>	1450	0.76	3	3	6.87	2.29
<i>Surirella</i>	2083	0.8	3	3	7.2	2.4	<b>SUMA</b>	<b>189883</b>				<b>484.54</b>	<b>162.59</b>
<b>SUMA</b>	<b>261650</b>				<b>528.1</b>	<b>271.3</b>	<b>IDG: Calidad biológica:</b> Desaparición de especies sensibles, Polución fuerte. <b>Calidad del agua:</b> Mala						<b>2.98</b>
<b>IDG: Calidad biológica:</b> Polución muy fuerte. <b>Calidad del agua:</b> Muy mala						<b>1.95</b>							

Se observó la presencia de los géneros *Achnanthes* y *Fragilaria* para la época de secas y al género *Rhopalodia* solo para la época de lluvia (tabla 17).

**Tabla 18**

Lista de taxones utilizados como indicadores de calidad del agua el tributario Maychu.

MAYCHU ÉPOCA DE SECAS							MAYCHU ÉPOCA DE LLUVIA						
TAXA	N° de organismos	%A	S	V	A*S*V	A*v	TAXA	N° de organismos	%A	S	V	A*S*V	A*S
<i>Achnanthes</i>	814	0.91	5	1	4.57	0.91	<i>Achnanthes</i>	1167	1.07	5	1	5.33	1.07
<i>Amphora</i>	443	0.50	3	2	2.98	0.99	<i>Amphora</i>	389	0.36	3	2	2.13	0.71
<i>Cocconeis</i>	4771	5.36	4	1	21.42	5.36	<i>Cocconeis</i>	3133	2.86	4	1	11.45	2.86
<i>Cyclotella</i>	8843	9.92	3	1	29.77	9.92	<i>Cyclotella</i>	4867	4.44	3	1	13.33	4.44
<i>Cymatopleura</i>	286	0.32	4	2	2.57	0.64	<i>Cymatopleura</i>	311	0.28	4	2	2.27	0.57
<i>Cymbella</i>	2386	2.68	5	1	13.39	2.68	<i>Cymbella</i>	1422	1.3	5	1	6.49	1.3
<i>Denticula</i>	143	0.16	5	3	2.41	0.48	<i>Diatoma</i>	211	0.19	4	1	0.77	0.19
<i>Diatoma</i>	14	0.02	4	1	0.06	0.02	<i>Epithemia</i>	233	0.21	5	2	2.13	0.43
<i>Diploneis</i>	29	0.03	5	1	0.16	0.03	<i>Fragilaria</i>	4911	4.49	5	1	22.43	4.49
<i>Epithemia</i>	114	0.13	5	2	1.28	0.26	<i>Gomphonema</i>	51478	30	3	2	282.1	60
<i>Fragilaria</i>	3000	3.37	5	1	16.84	3.37	<i>Gyrosigma</i>	300	0.27	4	3	3.29	0.82
<i>Gomphonema</i>	41857	46.98	3	2	281.87	93.96	<i>Melosira</i>	1533	1.4	3	1	4.2	1.4
<i>Gyrosigma</i>	43	0.05	4	3	0.58	0.14	<i>Navicula</i>	13756	12.56	3	1	37.69	12.56
<i>Melosira</i>	1529	1.72	3	1	5.15	1.72	<i>Nitzschia</i>	24344	22.23	1	1	22.23	22.23
<i>Navicula</i>	16386	18.39	3	1	55.17	18.39	<i>Surirella</i>	1433	1.31	3	3	11.78	3.93
<i>Nitzschia</i>	6457	7.25	1	1	7.25	7.25	<b>TOTAL</b>	<b>109489</b>				<b>427.63</b>	<b>117</b>
<i>Surirella</i>	1986	2.23	3	3	20.06	6.69	<b>IDG: Calidad biológica:</b> Polución moderada, eutrofización. <b>Calidad del agua:</b> Buena					<b>4</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>89100</b>				<b>465.51</b>	<b>152.80</b>							
<b>IDG: Calidad biológica:</b> Polución media, Eutrofización acentuada. <b>Calidad del agua:</b>						<b>3.05</b>							<b>Regular</b>

Los géneros propios para la época de secas fueron: *Denticula* y *Diploneis*; para la época de lluvia no habiendo ninguna especie propia (Tabla 18)

#### 4.4 Análisis fisicoquímicos del agua mediante ICA-NSF

##### 4.4.1 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Ravilchaca

###### a) Temperatura °C

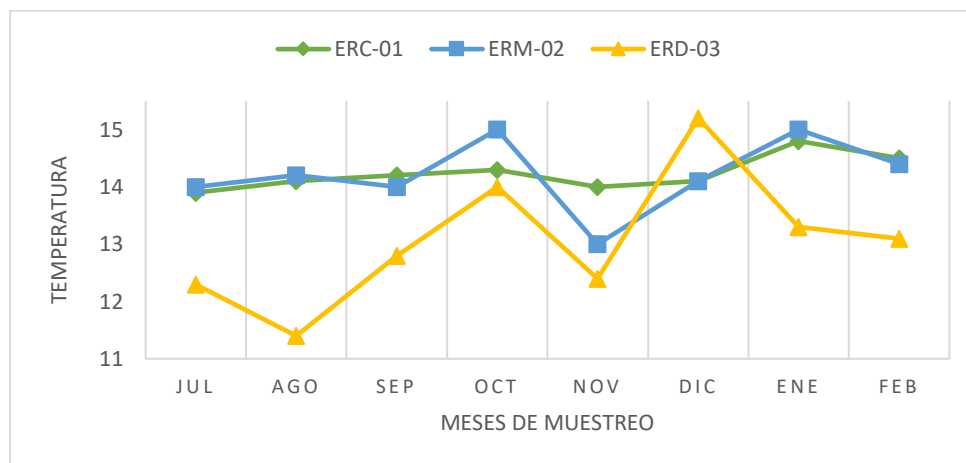
**Tabla 19**

*Valores de temperatura para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	13.9	14.1	14.2	14.3	14	14.1	14.8	14.5	14.2
<b>ERM-02</b>	14	14.2	14	15	13	14.1	15	14.4	14.2
<b>ERD-03</b>	12.3	11.4	12.8	14	12.4	15.2	13.3	13.1	13
<b>Temperatura ambiental</b>	8.6	10.8	11.9	15.3	15.6	14	14.3	14.1	13
Promedio de Tributario									<b>14°C</b>

**Figura 18**

*Variación de Temperatura en del tributario Ravilchaca.*



En la figura 18 se observa que la temperatura máxima fue de 15°C en octubre ( época de sequía) en la ERD, debido al vertimiento y acumulación de materia orgánica que incrementa la temperatura y de 15.2 en diciembre (época de lluvia), mientras que la temperatura mínima para

la época de secas fue 11.34° C en agosto y en la época de lluvia 12.4° C , alcanzando un promedio general en todo el tiempo de muestreo de 14 °C.

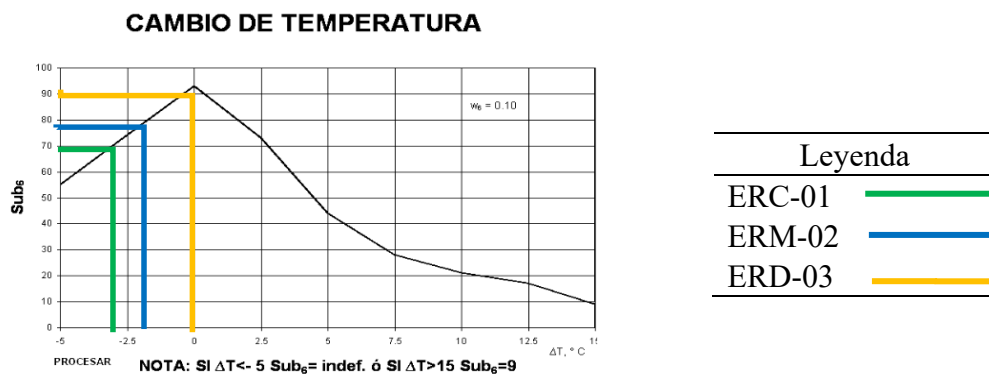
**Tabla 20**

*Sub6 para el parámetro de temperatura.*

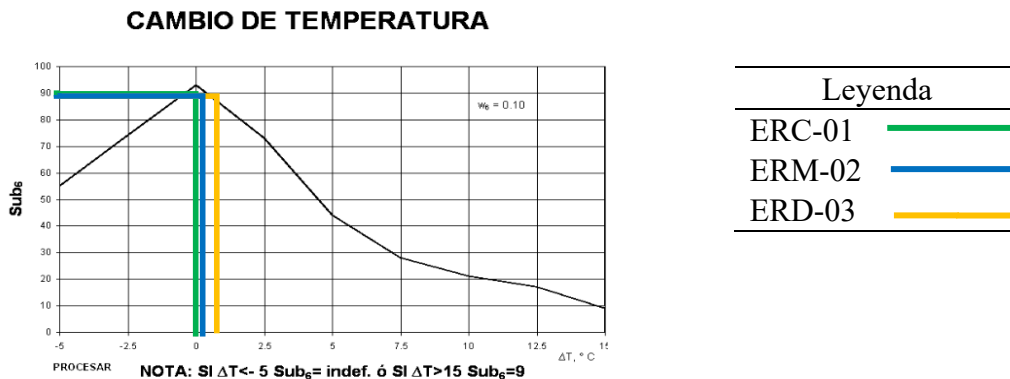
Estaciones de muestreo	Diferencia de T° ambiente - T° muestra			
	SECAS	Sub <sub>6</sub> SECAS	LLUVIA	Sub <sub>6</sub> LLUVIA
ERC-01	-2.45	75	0.1375	92
ERM-02	-2.625	74	0.3625	89
ERD-03	-0.95	87	0.9875	91

**Figura 19**

Curva de función para la temperatura época de secas.



**Figura 20** Curva de función para la temperatura época de lluvia.





## b).-Turbidez

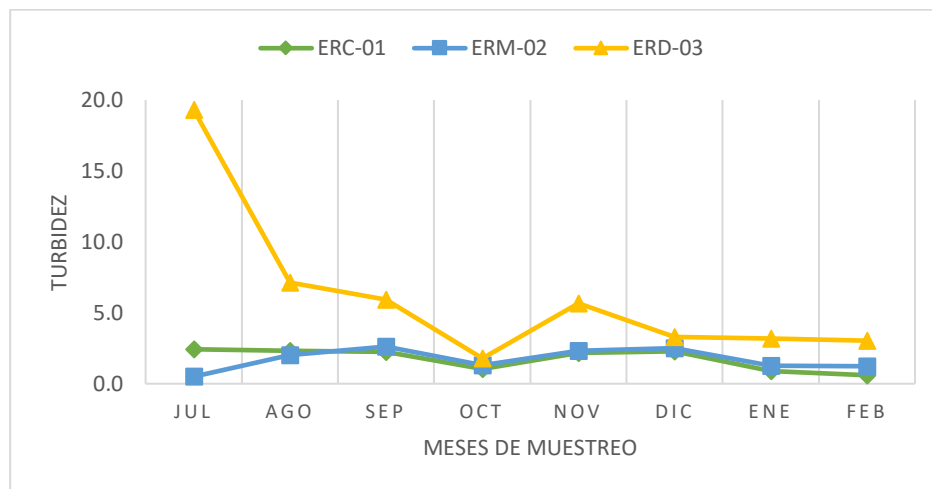
**Tabla 21**

*Valores de Turbidez para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestro	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	2.4	2.3	2.3	1.1	2.2	2.3	0.9	0.6	1.8
<b>ERM-02</b>	0.5	2.0	2.6	1.3	2.3	2.5	1.3	1.2	1.7
<b>ERD-03</b>	19.3	7.1	6.0	1.8	5.7	3.3	3.2	3.1	6.2
Promedio del tributario									<b>3.2 NTU</b>

**Figura 21**

*Variación de turbidez del tributario Ravilchaca.*



En la figura 21 se observa la variación de turbidez del tributario Ravilchaca, que en la época de sequía de julio a octubre la turbidez máxima es 19.3 NTU en la ERD el cual se debe al arrastre de material en suspensión y por las actividades generadas en la cabecera y parte media del tributario y la turbidez mínima de 0.5 NTU en la ERM, así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero la turbiedad máxima es 5 NTU en la ERD y la turbiedad mínima de 1.2 NTU. En la ERC alcanzando un promedio general en todo el tiempo de muestreo de 3.2 NTU.

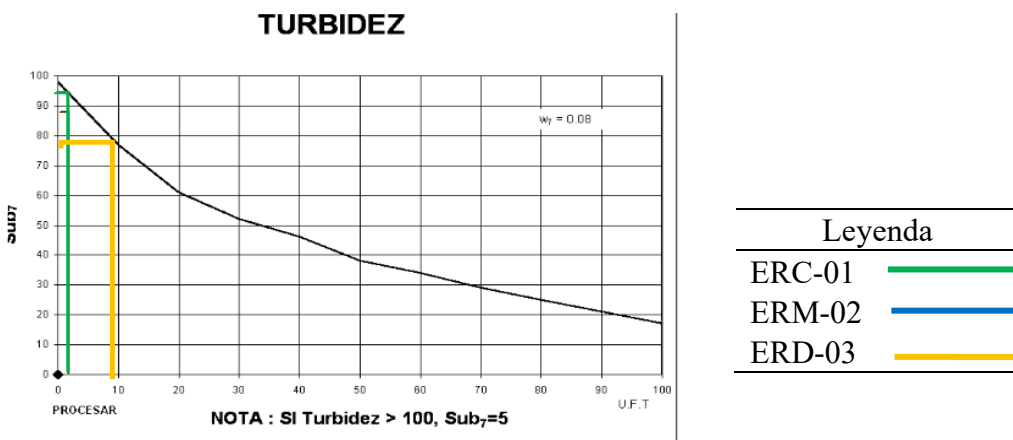
**Tabla 22**

*Sub<sub>7</sub> para el parámetro de Turbidez.*

Estaciones de muestro	SECAS	Sub <sub>7</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>7</sub> LLUVIAS
<b>ERC-01</b>	2.0	94.0	1.5	95.0
<b>ERM-02</b>	1.6	95.0	1.8	94.0
<b>ERD-03</b>	8.5	79.0	3.8	90.0

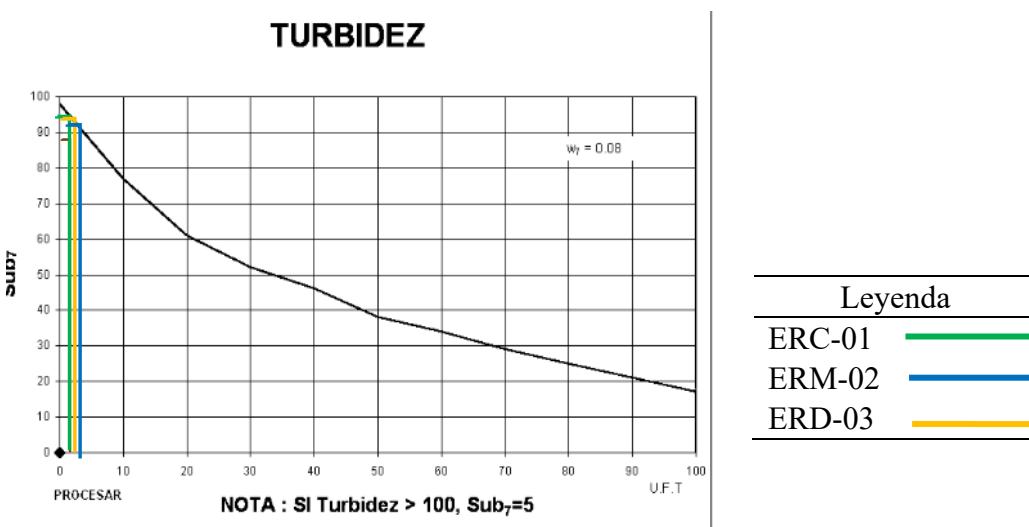
**Figura 22**

*Curva de función para la turbidez en la época de secas.*



**Figura 2316**

*Curva de función para la turbidez en la época de lluvia.*



### c)-pH

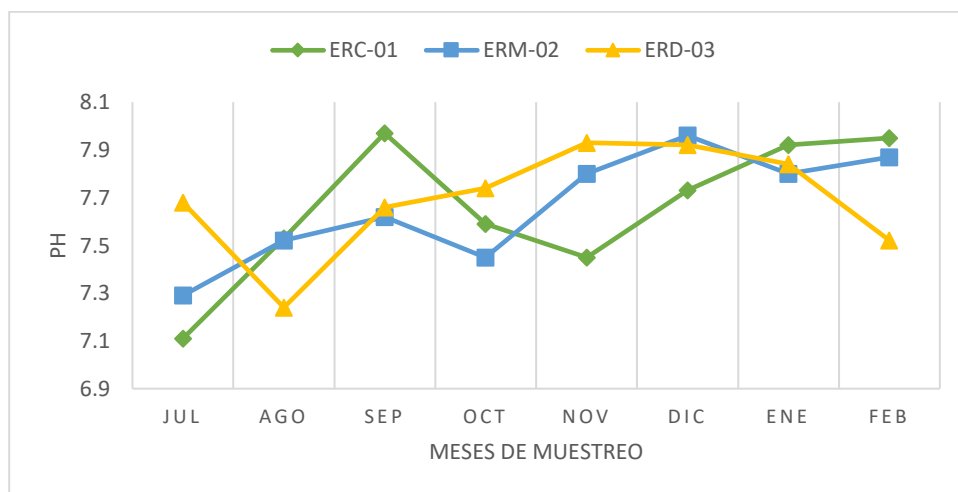
**Tabla 23**

*Valores de pH para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	7.1	7.5	8.0	7.6	7.5	7.7	7.9	8.0	7.7
<b>ERM-02</b>	7.3	7.5	7.6	7.5	7.8	8.0	7.8	7.9	7.7
<b>ERD-03</b>	7.7	7.2	7.7	7.7	7.9	7.9	7.8	7.5	7.7
Promedio del tributario									<b>7.7</b>

**Figura 24**

*Variación de pH del tributario Ravilchaca.*



En la figura 24 se observa la variación de pH del agua del tributario Ravilchaca en las épocas: de sequía, que comprende de julio a octubre, el pH máximo es 8 en la ERC y el pH mínimo es de 7.1 en la ERM; en la época de lluvia, que comprende de noviembre a febrero, el pH máximo es 8 en la ERM y el pH mínimo es de 7 en la ERD. Por tanto, se observa y se tiene un promedio general de 7.7 en toda la época de muestreo.

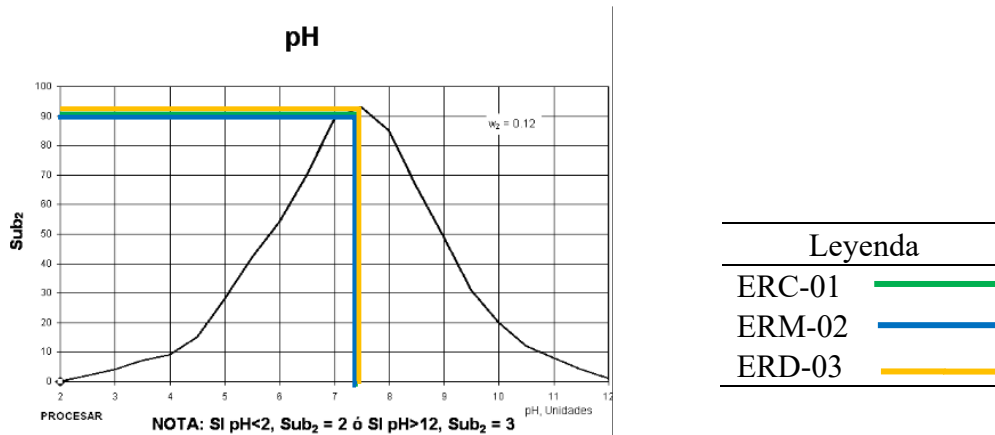
**Tabla 24**

*Sub2 para el parámetro del pH.*

E.M	SECAS	Sub <sub>2</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>2</sub> LLUVIAS
<b>ERC-01</b>	7.6	92.0	7.8	85.0
<b>ERM-02</b>	7.5	93.0	7.9	86.0
<b>ERD-03</b>	7.6	91.0	7.8	85.0

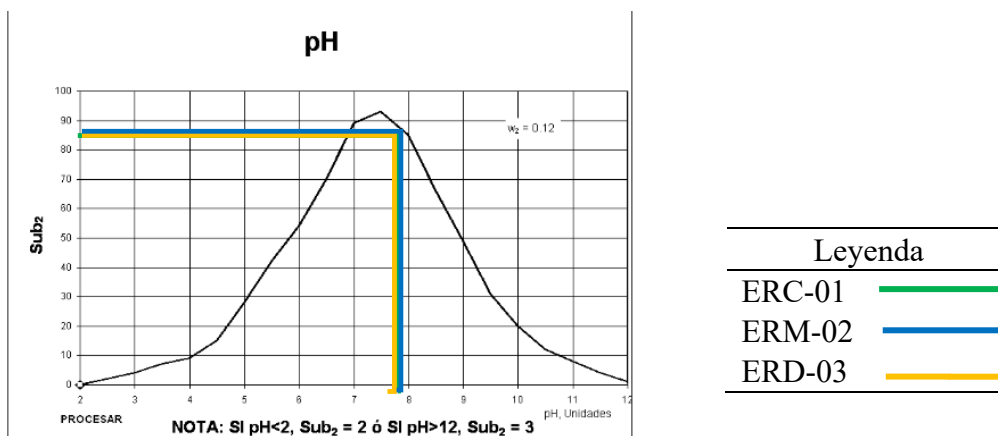
**Figura 25**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



**Figura 26**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



**d) Solidos totales Disueltos**

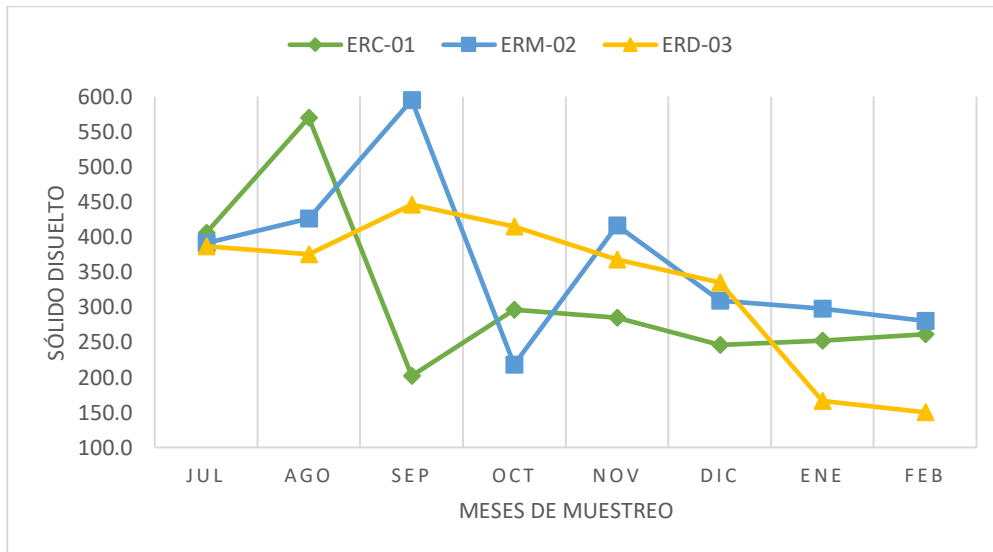
**Tabla 25**

*Valores de Solidos Totales Disueltos para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	406	570	202	296	285	246	252	261	315
<b>ERM-02</b>	391	426	595	218	416	309	298	280	367
<b>ERD-03</b>	387	375	446	415	368	335	166	150	330
Promedio del tributario									<b>337 mg/l</b>

**Figura 27**

*Variación de Solidos Totales Disueltos en el tributario Ravilchaca.*



En la figura 27 se observa la variación de Solidos totales disueltos en el agua del tributario Ravilchaca en las épocas de: sequía, de julio a octubre, los Solidos totales disueltos máximos es de 595 mg/L y los Solidos totales disueltos mínimos es de 218 mg/L; en la época de lluvia, que comprende de noviembre a febrero, los Solidos totales disueltos máximos es de 416 mg/L y los Solidos totales disueltos mínimos es de 150 mg/L. El promedio de los Solidos totales disueltos del tributario Ravilchaca es 337, cabe recalcar que se aprecia bastante dinámica e intervención

en el tributario por parte de la población circundante, los cuales hacen muy variables los valores de este parámetro.

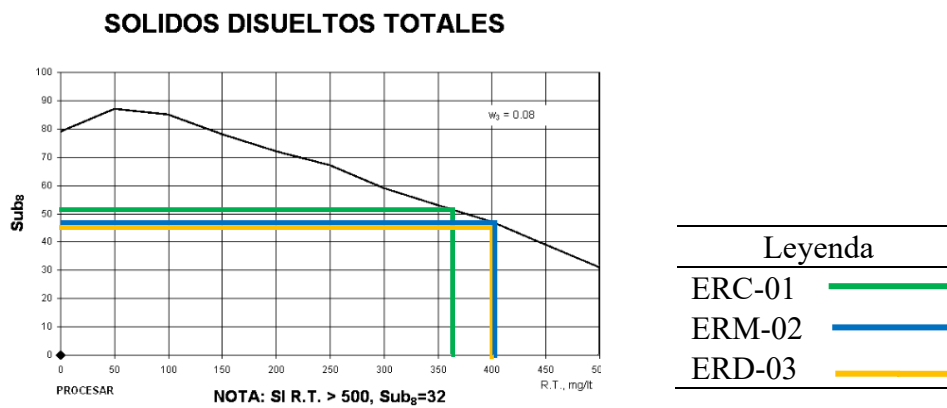
**Tabla 26**

*Sub8 para el parámetro Sólidos Totales Disueltos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>8</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>8</sub> LLUVIAS
ERC-01	369	51	261	65
ERM-02	408	47	326	57
ERD-03	406	46	255	68

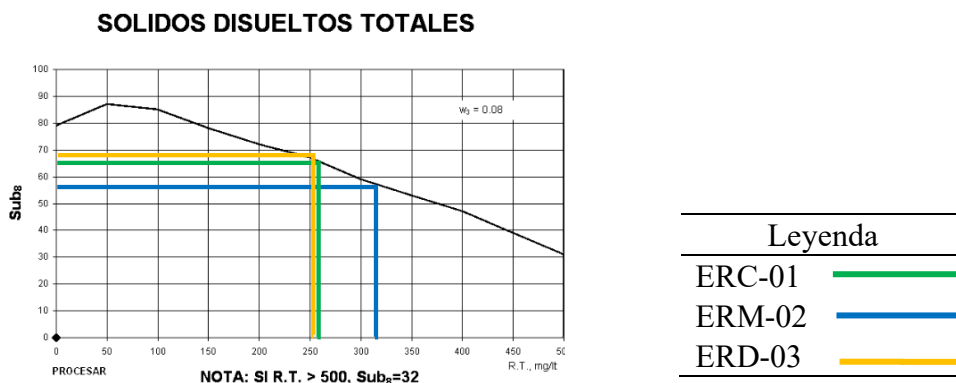
**Figura 28**

*Curva de función para los Sólidos Totales Disueltos en la época secas.*



**Figura 29**

*Curva de función para los Sólidos Totales Disueltos en la época lluvia.*



## e) Oxígeno disuelto

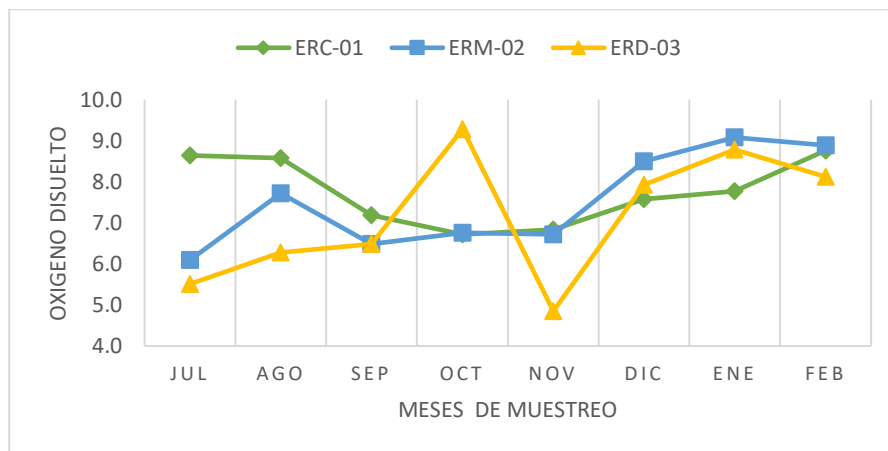
**Tabla 27**

*Valores de oxígeno disuelto para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio	Altitud	Factor de corrección
<b>ERC-01</b>	8.6	8.6	7.2	6.7	6.8	7.6	7.8	8.8	7.8	3802.00	0.63
<b>ERM-02</b>	6.1	7.7	6.5	6.8	6.7	8.5	9.1	8.9	7.5	3769.00	0.64
<b>ERD-03</b>	5.5	6.3	6.5	9.3	4.9	7.9	8.8	8.1	7.2	3752.00	0.64
Promedio del Tributario									<b>7.5mg/L</b>		

**Figura 30**

*Variación de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo.*



En la figura 30, se observa la variación de oxígeno disuelto en el agua del tributario Ravilchaca, en el cual se observa que en la época de sequía, el oxígeno disuelto máximo es de 9.3 mg/L en la ERD y el oxígeno disuelto mínimo es de 5.5 mg/L en la ERD, en comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero el Oxígeno disuelto máximos es 9.08 mg/L en la ERM se debe a que presenta corrientes rápidas y superficiales por tanto presenta bastante turbulencia debido a la temporalidad y los mínimos valores de oxígeno disuelto es 4.9 mg/L en la estación de ERD. Por tanto, se tiene un promedio general del oxígeno disuelto de 7.5mg/L en toda la época de muestreo.

**Tabla 28**

*Porcentaje de saturación de oxígeno.*

E.M.	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
ERC-01	133%	132%	110%	103%	105%	116%	122%	138%
ERM-02	93%	117%	99%	105%	100%	129%	141%	135%
ERD-03	80%	91%	97%	141%	71%	123%	131%	121%

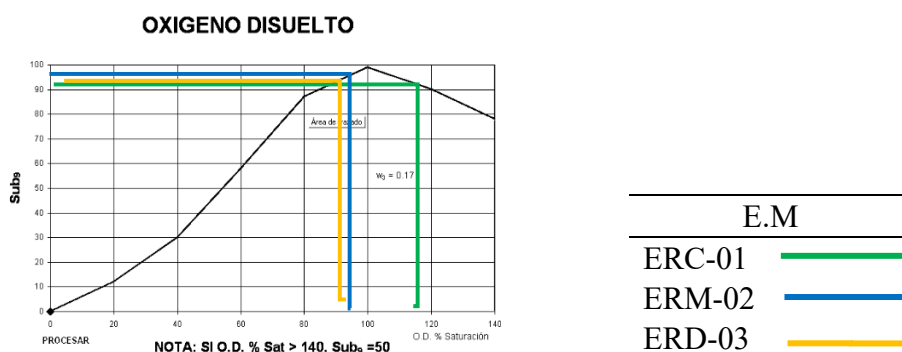
**Tabla 29**

*Sub9 para el parámetro de porcentaje de saturación de oxígeno.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>9</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>9</sub> LLUVIAS
ERC-01	119%	89.00	120%	90.00
ERM-02	103%	97.00	126%	87.00
ERD-03	102%	96.00	111%	95.00

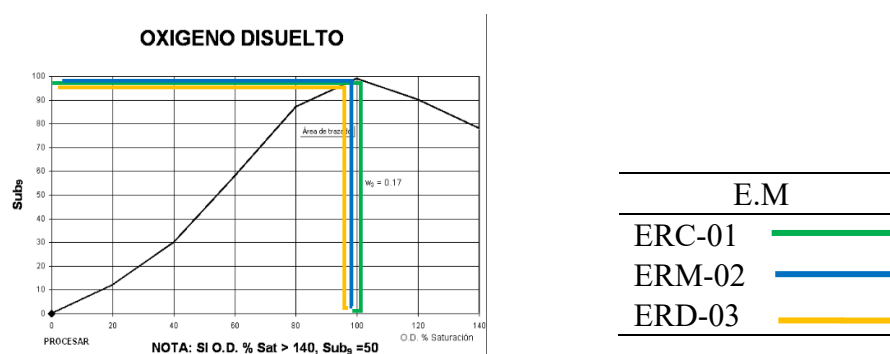
**Figura 31**

*Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época secas.*



**Figura 32**

*Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de lluvia.*





## f) Nitratos

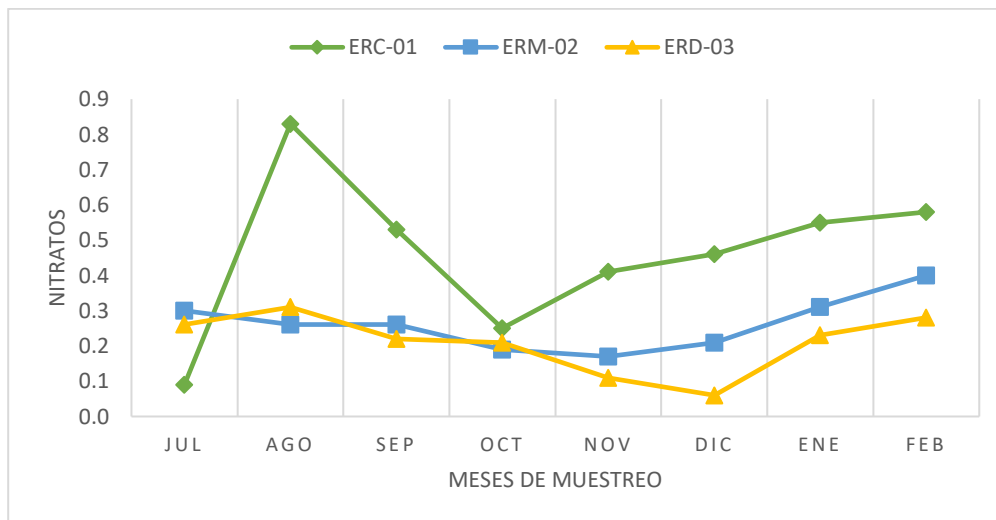
**Tabla 30**

*Valores de nitratos del agua para el tributario Rivilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestreo.	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	0.1	0.8	0.5	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5
<b>ERM-02</b>	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3
<b>ERD-03</b>	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2
Promedio del tributario									<b>0.3 ml/ L</b>

**Figura 33**

*Variación de nitratos del tributario Rivilchaca.*



En la figura 33, se observa la variación de nitratos del tributario Rivilchaca, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de nitratos es de 8.2 mg/L en la ERC, el cual se debe a la presencia agricultura y pastoreo quienes aportan en alta concentración en la cabecera y conforme recorre el tributario se va diluyendo y la concentración mínimo de nitratos es de 0.1 mg/L en la ERC, en comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de nitratos es 0.6 mg/L ERC y la concentración mínima de nitratos es 0.1 mg/L en la ERD .

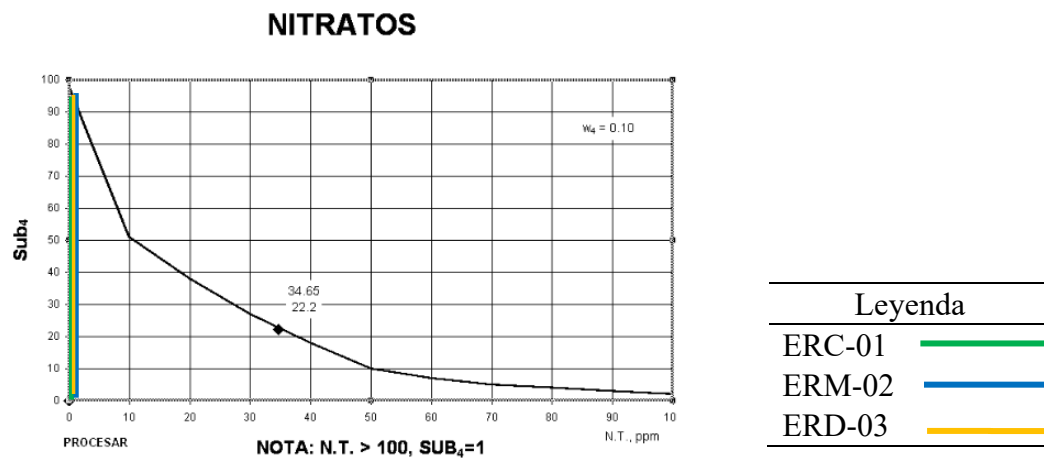
**Tabla 31**

*Sub4 para el parámetro de nitratos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>4</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>4</sub> LLUVIAS
ERC-01	0.4	95.0	0.5	94.5
ERM-02	0.3	96.0	0.3	96.0
ERD-03	0.3	96.0	0.2	96.5

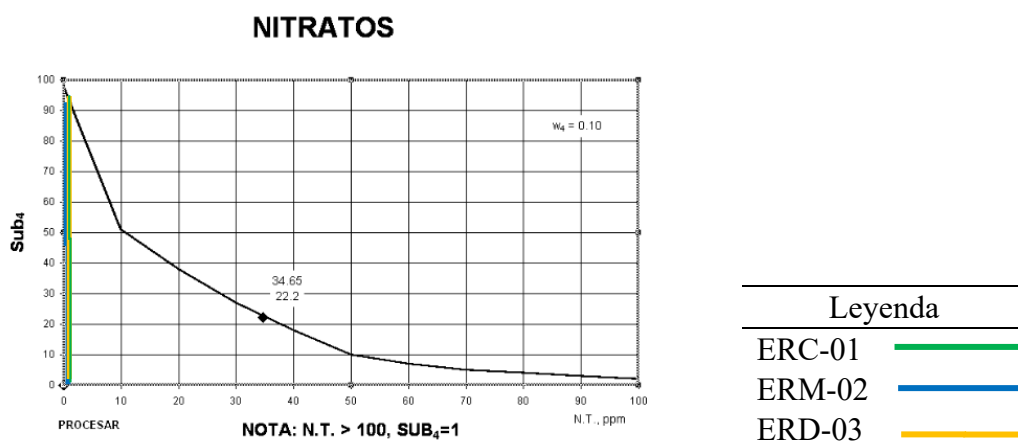
**Figura 34**

*Curva de función nitratos época secas.*



**Figura 35**

*Curva de función para nitratos en la época lluvias.*



**g) Fosfatos**

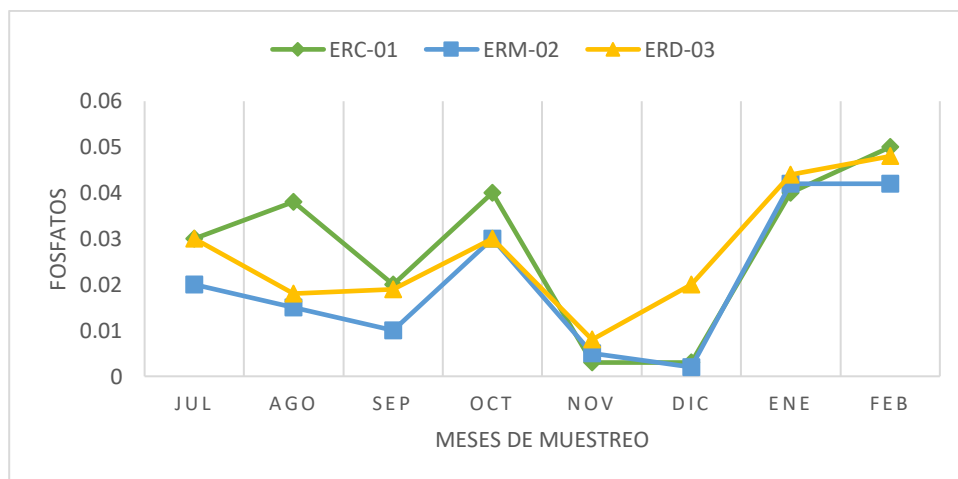
**Tabla 32**

*Valores de fosfatos del agua para el tributario Ravilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	0.03	0.04	0.02	0.04	0.003	0.003	0.04	0.05	0.03
<b>ERM-02</b>	0.02	0.02	0.01	0.03	0.005	0.002	0.04	0.042	0.02
<b>ERD-03</b>	0.03	0.02	0.02	0.03	0.008	0.02	0.04	0.05	0.03
Promedio del tributario									<b>0.03 mg/L</b>

**Figura 36**

*Variación de fosfatos del tributario Ravilchaca.*



En la figura 36, se observa la variación de fosfatos en el agua del tributario Ravilchaca, para la época de sequía de julio a octubre, la concentración máxima de fosfatos es de 0.04 mg/L en la ERC y la concentración mínima de fosfatos es de 0.01 mg/L; en la ERM en comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de fosfatos es 0.05 mg/L en la ERC y los mínimos valores de concentración de fosfatos es 0.003mg/L en la ERC.

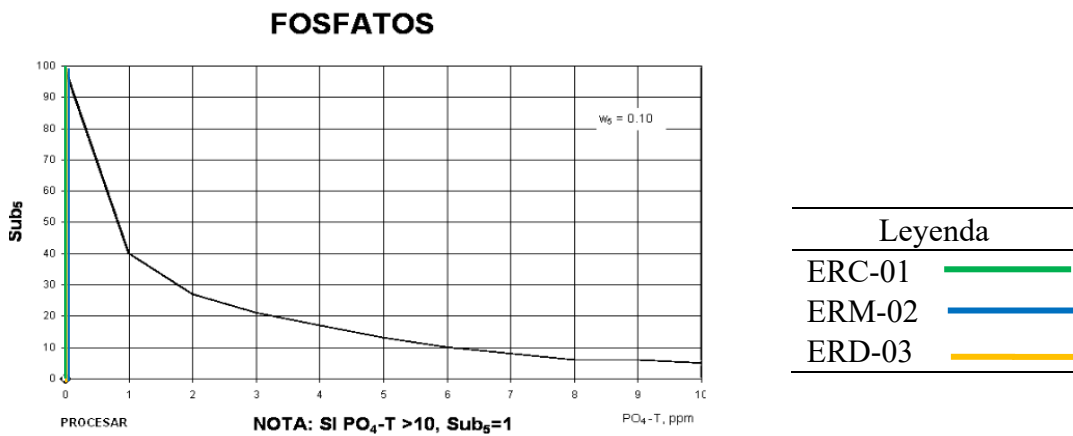
**Tabla 33**

*Sub10 para el parámetro fosfatos.*

E.M.	SECAS	Sub10 SECAS	LLUVIAS	Sub10 LLUVIAS
<b>ERC-01</b>	0.03	95.00	0.02	96.00
<b>ERM-02</b>	0.02	96.00	0.02	96.00
<b>ERD-03</b>	0.02	96.00	0.03	95.00

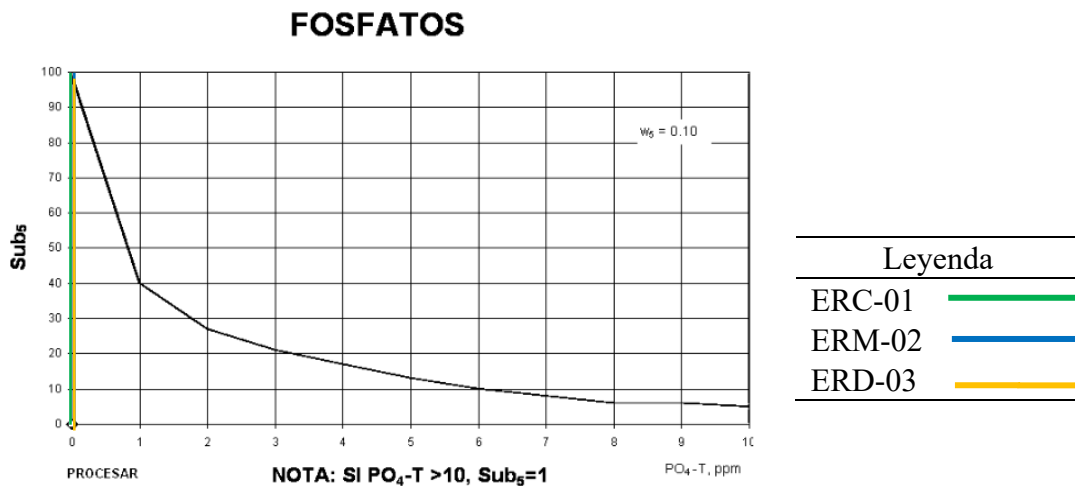
**Figura 37**

*Curva de función para fosfatos en la época secas.*



**Figura 38**

*Curva de función para fosfatos en la época lluvia.*



## h) Coliformes

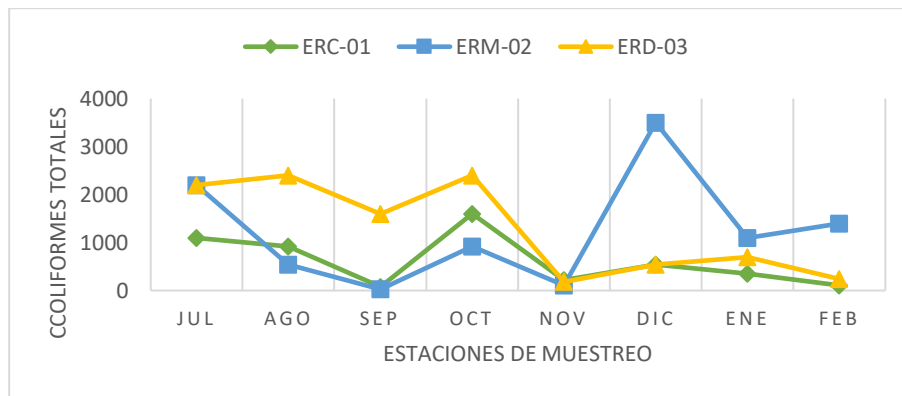
**Tabla 34**

*Valores de coliformes del agua para el tributario Rivilchaca en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>ERC-01</b>	1100	920	79	1600	220	540	350	110	615
<b>ERM-02</b>	2200	540	26	920	110	3500	1100	1400	1225
<b>ERD-03</b>	2200	2400	1600	2400	180	540	700	240	1283
Promedio del tributario									<b>1041 NMP/100ml</b>

**Figura 39**

*Variación de Coliformes del tributario Rivilchaca.*



En la figura 39, se observa la variación de *coliformes* del tributario Rivilchaca durante 06 meses, para la época de secas de julio a octubre, la máxima concentración de *Coliformes* es de 2400 NMP/100ml en la ERD y la mínima concentración de *Coliformes* es 26 NMP/100ml en la ERM. Así como en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la máxima concentración de *Coliformes* es de 3500 NMP/100ml en la ERM y la concentración mínima es en 110 NMP/100ML en la ERC.

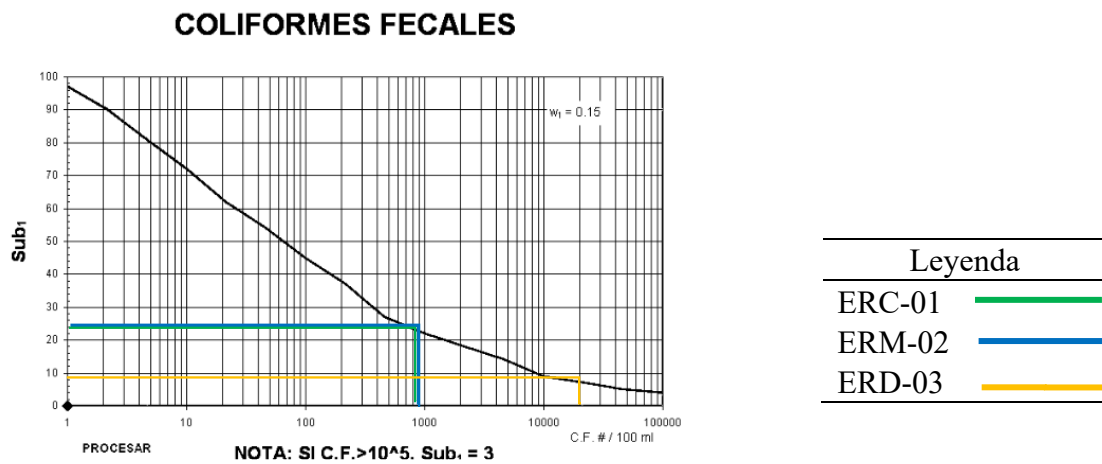
**Tabla 35**

*Sub3 para el parámetro de Coliformes fecales.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>3</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>3</sub> LLUVIAS
ERC-01	925	24	305	32
ERM-02	922	23	1528	13
ERD-03	2150	18	415	28

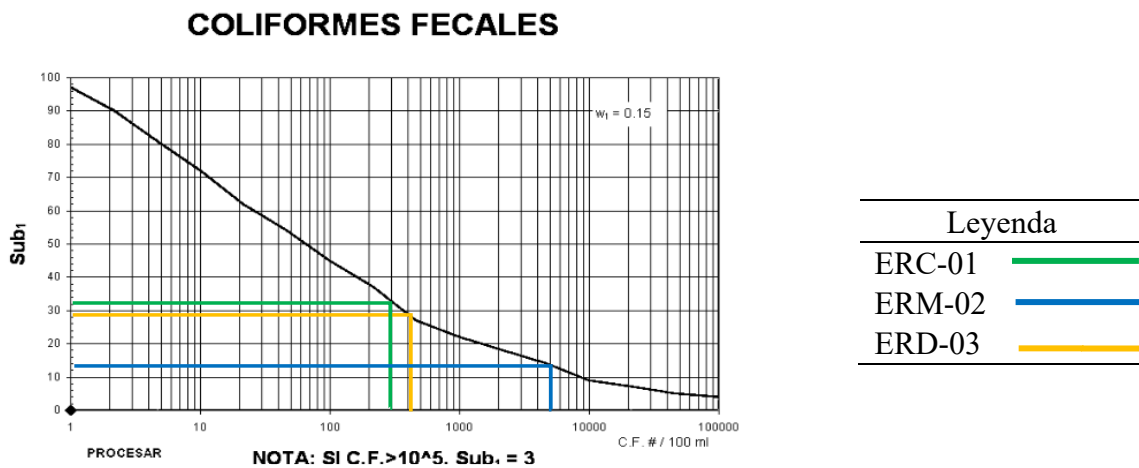
**Figura 40**

*Curva de función Coliformes fecales en la época de secas.*



**Figura 41**

*Curva de función Coliformes fecales en la época de lluvia.*



**Tabla 36**

*Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA-NSF) y los (ECA) del tributario Ravilchaca*

CATEGORIZACION ICA							CATEGORIA DE ECA 3:			
PARAMETRO	ÉPOCA DE SECAS			ÉPOCA DE LLUVIA			RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES		Valor ECA-3	Promedio de valores físico-químicos
	ERC-01	ERM-02	ERD-03	ERC-01	ERM-02	ERM-03	PARAMETRO	unidad		
<b>Temperatura</b>	8.5	8.4	9.9	10.5	10.1	10.4	Temperatura	°C	Δ 3	13.8
<b>Turbidez</b>	8.8	8.9	7.4	8.9	8.8	8.4				
<b>PH</b>	11.4	11.5	11.4	10.9	10.5	10.9	Potencial de hidrogeniones	unidad de pH.	6,5 – 8,4	7.7
<b>Solidos totales disueltos</b>	4.3	3.9	3.9	5.4	4.7	5.7				
<b>Nitratos</b>	10.8	10.9	10.9	10.7	10.9	11	Nitratos	mg/L	100	0.3
<b>Fosfatos</b>	10.8	10.9	10.9	10.9	10.9	10.8				
<b>Oxígeno Disuelto</b>	16.7	18	17.3	18.2	18	18	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5	7.5
<b>Coliformes</b>	4.2	4	3.1	5.6	2.3	4.9	<i>Coliformes termotolerantes</i>	NMP/100ML	2000	1040.6
<b>ICA</b>	75.5	76.6	74.8	81	76	80	Conductividad	(μS/cm)	2500-5000	458.3
	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Color	Pt/Co	100 (a)	17.9
							Sulfatos	mg/L	1000	143.9

La clasificación en la categoría 3 en los ECA, se debe también a la observación realizada en campo en el cual la presencia el agua se emplea directamente para el riego de cultivos de diferentes tipos y bebida de animales que se encuentran a orillas del tributario. (tabla

36)

#### 4.4.2 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Pongobamba

##### a) Temperatura

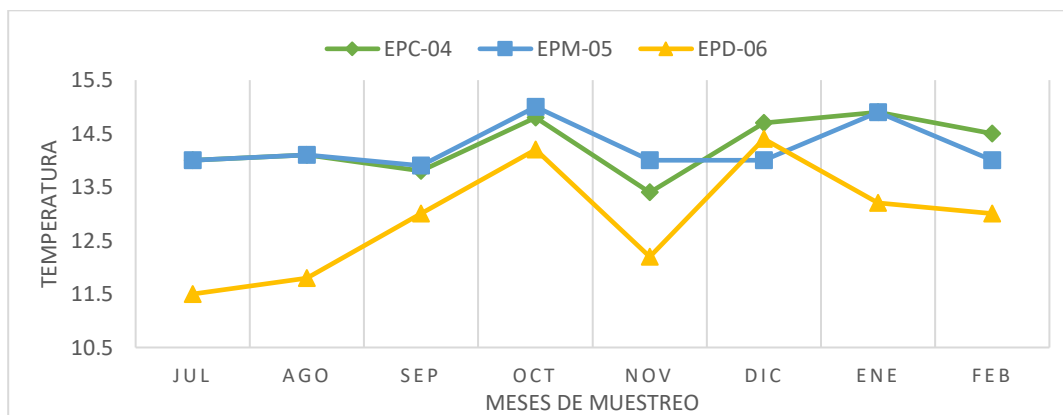
**Tabla 37**

*Valores de temperatura para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Punto de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EPC-04</b>	14	14.1	13.8	14.8	13.4	14.7	14.9	14.5	14
<b>EPM-05</b>	14	14.1	13.9	15	14	14	14.9	14	14
<b>EPD-06</b>	11.5	11.8	13	14.2	12.2	14.4	13.2	13	13
Promedio del tributario									<b>14°C</b>

**Figura 42**

*Variación de temperatura del tributario Pongobamba.*



En la figura 42 se observa la variación de temperatura del agua del tributario Pongobamba, donde en la época de secas de julio a octubre, la temperatura máxima es 14.8°C, en la EPC y la temperatura mínima de 11.5 en la EPD. Así como en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la temperatura máxima es 14.9 °C en la EPM y la temperatura mínima de 12.4°C EPM. Es así que, el promedio general de la temperatura es 14°C en toda la temporada de muestreo.



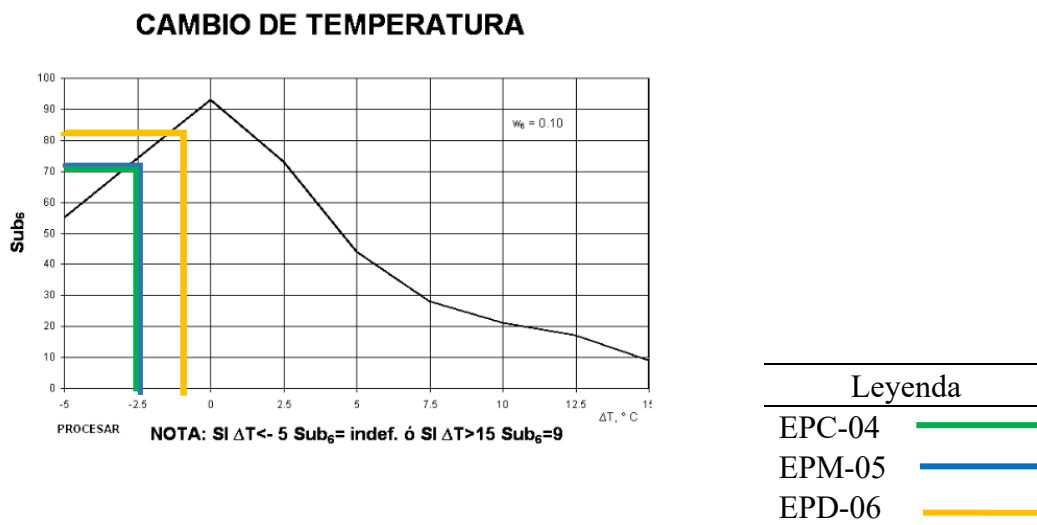
**Tabla 38**

*Sub6 para el parámetro de temperatura época de secas.*

<b>Diferencia de T° ambiente - T° muestra</b>				
<b>E.M</b>	<b>SECAS</b>	<b>Sub6SECAS</b>	<b>LLUVIA</b>	<b>Sub6LLUVIA</b>
<b>EPC-04</b>	-2.5	75	0.1125	92
<b>EPM-05</b>	-2.575	74	0.2625	90
<b>EPD-06</b>	-0.95	86	1.2875	86

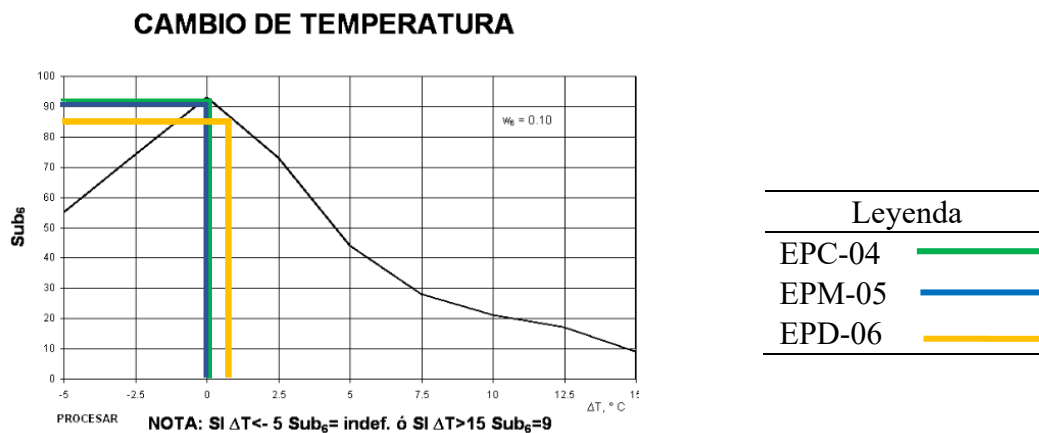
**Figura 43**

*Curva de función para la temperatura en la época de secas.*



**Figura 44**

*Curva de función para la temperatura en la época de lluvia.*



## b) Turbidez

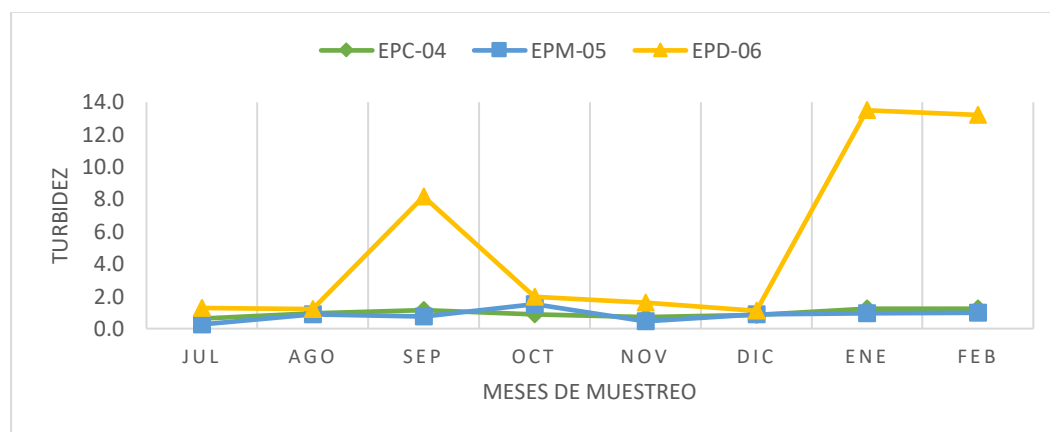
**Tabla 39**

*Valores de turbidez para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestro	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EPC-04</b>	0.6	0.9	1.1	0.9	0.7	0.8	1.2	1.2	0.9
<b>EPM-05</b>	0.3	0.9	0.7	1.5	0.4	0.9	0.9	1.0	0.8
<b>EPD-06</b>	1.3	1.2	8.2	2.0	1.6	1.1	13.5	13.2	5.3
Promedio									<b>2.3 NTU</b>

**Figura 45**

*Variación de turbidez del tributario Pongobamba.*



En la figura 45 se observa la variación de turbidez del agua del tributario Pongobamba donde en la época de sequía de julio a octubre, la turbidez máxima es 8.2 NTU en la EPD, el cual se debe al empozamiento del agua para actividades como la producción de chuño negro y blanco, así como la extracción de agua para el riego de las carreteras y la turbiedad mínima de 0.3 NTU en la EPM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la turbidez máxima es 13.5 NTU en la EPD y en el mes de enero la turbidez mínima de 0.4 NTU en la EPM.

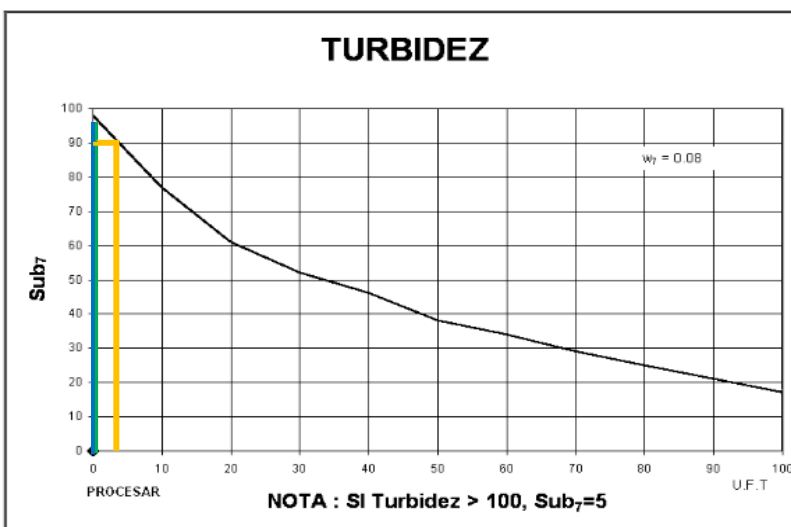
**Tabla 40**

*Sub7 para el parámetro de temperatura época de secas.*

Estaciones de muestro	SECAS	Sub <sub>7</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>7</sub> LLUVIAS
EPC-04	0.9	78.0	1.0	97.0
EPM-05	0.8	80.0	0.8	98.0
EPD-06	3.2	90.0	7.4	82.0

**Figura 46**

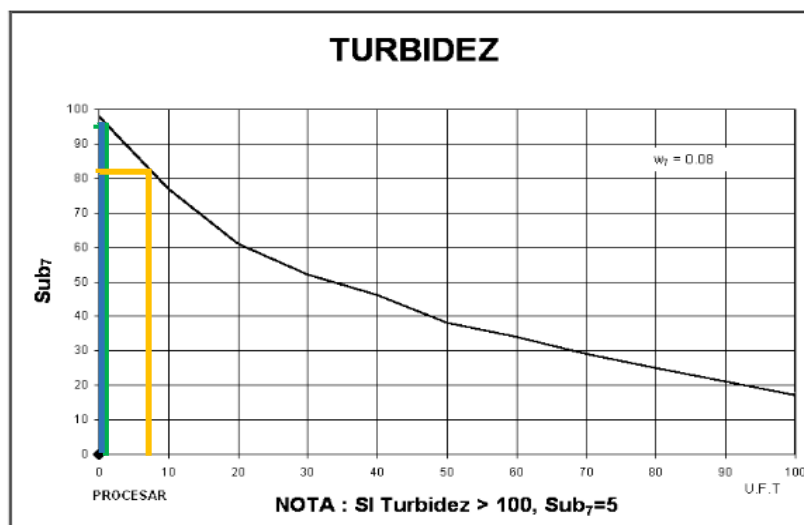
*Curva de función para la turbidez en la época de secas.*



Leyenda	
EPC-04	<span style="color: green;">—</span>
EPM-05	<span style="color: blue;">—</span>
EPD-06	<span style="color: yellow;">—</span>

**Figura 47**

*Curva de función para la turbidez en la época lluvia.*



Leyenda	
EPC-04	<span style="color: green;">—</span>
EPM-05	<span style="color: blue;">—</span>
EPD-06	<span style="color: yellow;">—</span>

c) pH.

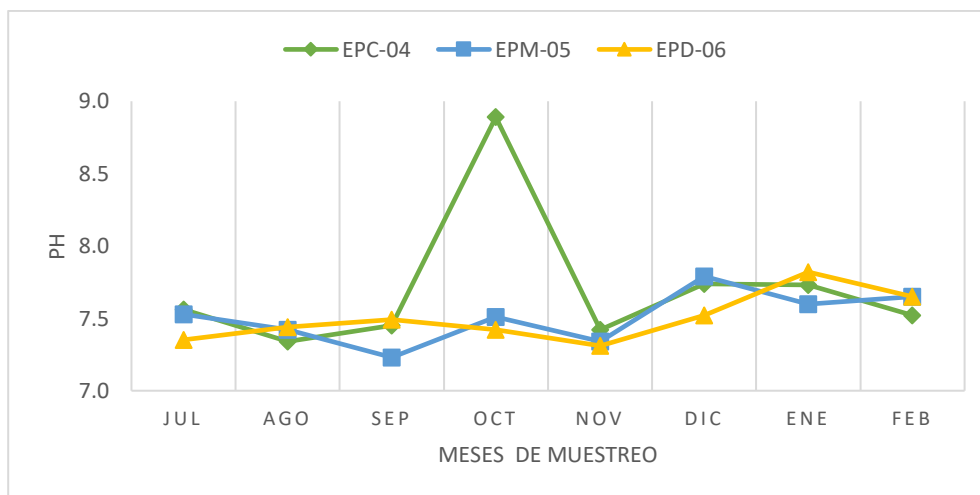
**Tabla 41**

*Valores de pH para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EPC-04</b>	7.6	7.3	7.5	8.9	7.4	7.7	7.7	7.5	7.7
<b>EPM-05</b>	7.5	7.4	7.2	7.5	7.3	7.8	7.6	7.7	7.5
<b>EPD-06</b>	7.4	7.4	7.5	7.4	7.3	7.5	7.8	7.7	7.5
Promedio del tributario									<b>7.6</b>

**Figura 48**

*Variación de pH para el tributario Pongobamba.*



En la figura 48, se observa la variación de pH del agua del tributario Pongobamba, para la época de sequía de julio a octubre, el pH máximo es 8.9 en la EPC y el pH mínimo es de 7.2 en la EPM. Así como en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, el pH máximo es 7.8 en la EPD y el pH mínimo es de 7.3 en la EPC. Es así como el promedio general del es 7 en toda la temporada de muestreo. El valor de pH se debe a que en la época de sequía disminuye el agua por tanto por empozamiento y actividades dentro y a orillas del agua se eleva el pH.

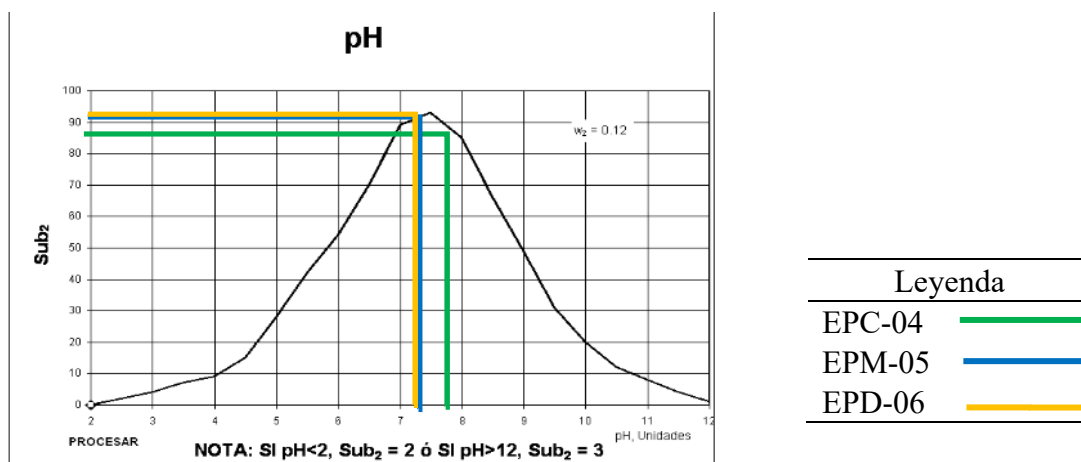
**Tabla 42**

*Sub2 para el parámetro pH.*

E.M	SECAS	Sub <sub>2</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>2</sub> LLUVIAS
EPC-04	7.8	85.0	7.6	91.0
EPM-05	7.4	92.0	7.6	91.0
EPD-06	7.4	92.0	7.6	91.0

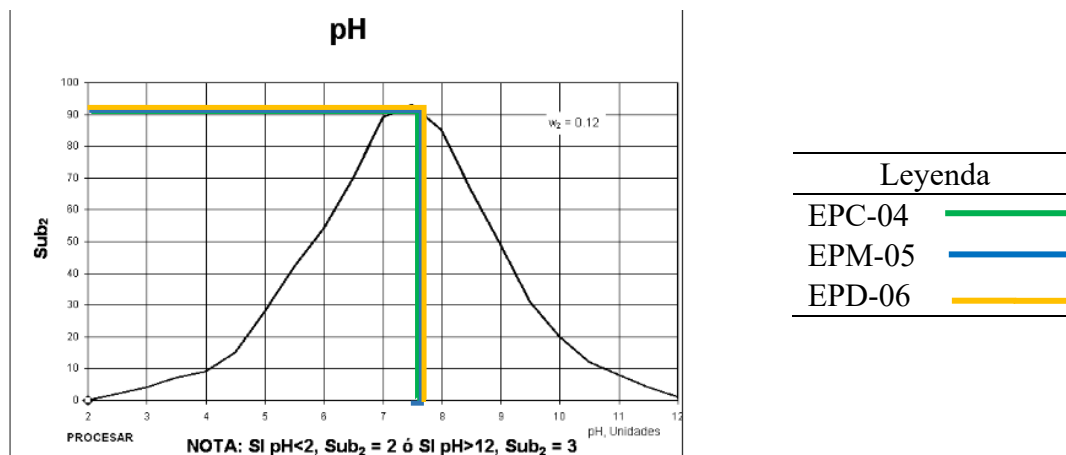
**Figura 49**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



**Figura 50**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



#### d) Sólidos Totales Disueltos

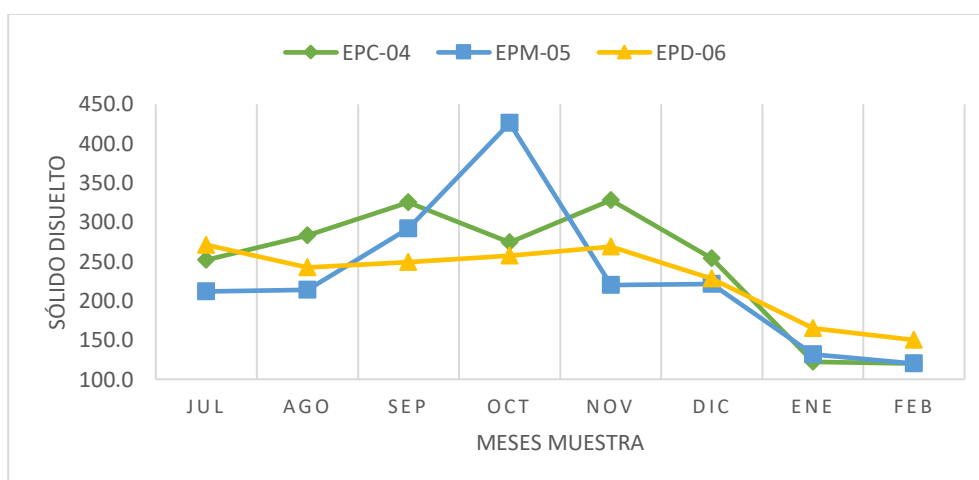
**Tabla 43**

*Valores de Sólidos Totales Disueltos para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedios
<b>EPC-04</b>	252	283	325	274	328	254	122	120	245
<b>EPM-05</b>	212	214	292	426	220	221	132	120	230
<b>EPD-06</b>	271	242	249	257	269	228	165	150	229
Promedio del tributario									234 mg/ l

**Figura 5117**

*Variación de Sólidos Totales Disueltos del tributario Pongobamba.*



En la figura 51, se observa la variación de Sólidos Totales Disueltos en el agua, para la época de sequía de julio a octubre, los sólidos totales disueltos máximos son de 426 mg/L en la EPM y los sólidos totales disueltos mínimos es de 212 mg/L en la EPM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero los Sólidos Totales Disueltos máximos es 328 mg/L en la EPC y los Sólidos Totales Disueltos mínimos es de 120 mg/L en la EPC. El general el promedio de los Sólidos Totales Disueltos es 234 mg/L en toda la temporada de muestreo.

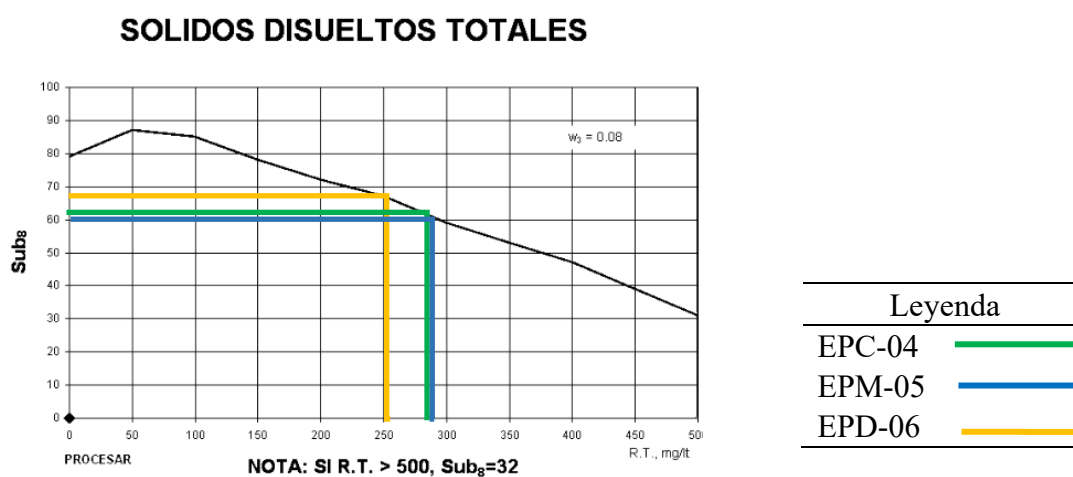
**Tabla 44**

*Sub8 para el parámetro Solidos Totales Disueltos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>8</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>8</sub> LLUVIAS
EPC-04	284	62	206	72
EPM-05	286	61	173	76
EPD-06	255	68	203	71

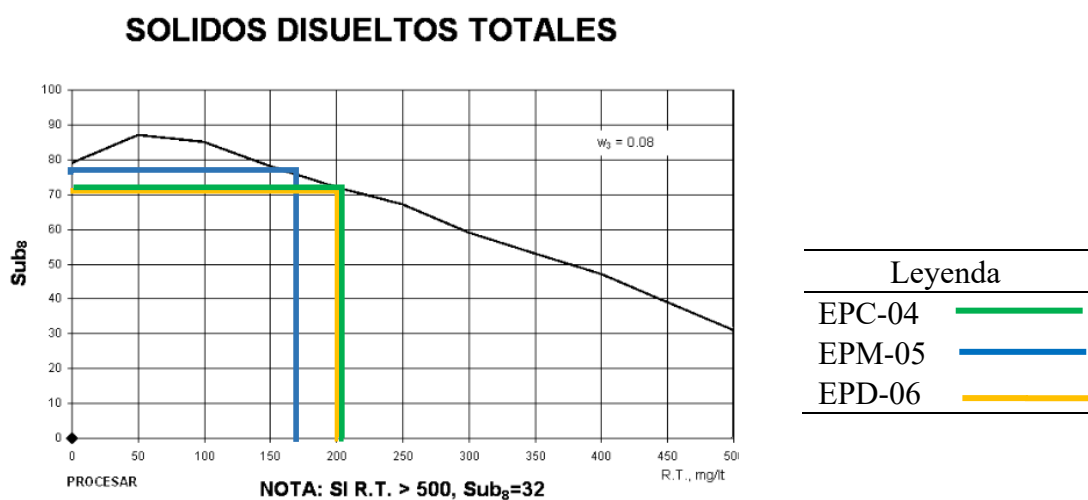
**Figura 52**

*Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época secas.*



**Figura 53**

*Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de lluvia.*



### c) Oxígeno Disuelto

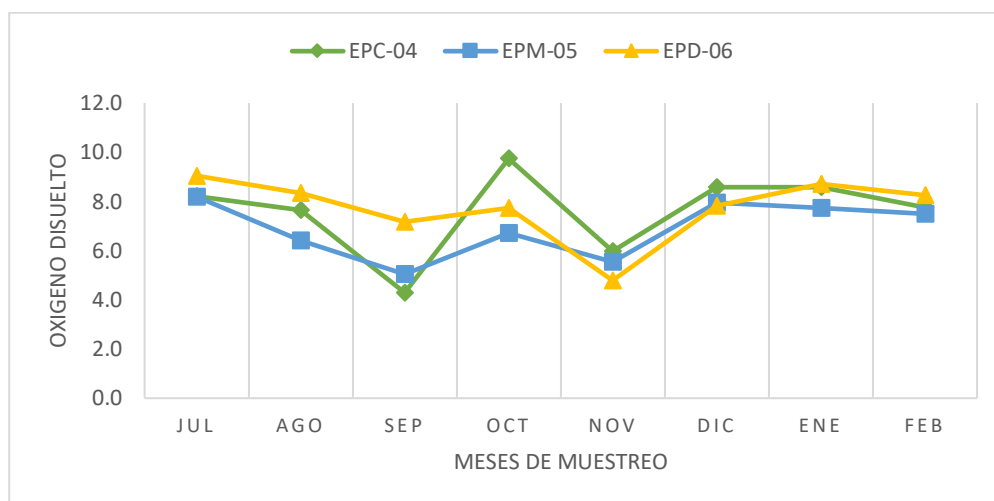
**Tabla 45**

*Valores de Oxígeno Disuelto del agua para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo.	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio	Altitud	Factor de corrección
<b>EPC-04</b>	8.22	7.64	4.29	9.74	5.97	8.58	8.57	7.75	7.59	3740.00	0.64
<b>EPM-05</b>	8.19	6.41	5.04	6.70	5.55	7.95	7.73	7.49	6.88	3738.00	0.64
<b>EPD-06</b>	9.04	8.33	7.16	7.73	4.79	7.82	8.71	8.25	7.73	3697.00	0.65
Promedio	<b>7.3 mg/L</b>										

**Figura 54**

*Variación de Oxígeno Disuelto en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.*



En la figura 54 se observa la variación de Oxígeno Disuelto en el agua del tributario Pongobamba, para la época de sequía de julio a octubre, el Oxígeno Disuelto máximo es de 9.04 mg/ en la EPD y el Oxígeno Disuelto mínimo es de 5.04mg/L en la EPM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, el Oxígeno Disuelto máximos es 8.58 mg/L en la EPC y los mínimos valores de Oxígeno Disuelto es 5.04mg/L en la EPD. En general el promedio del Oxígeno Disuelto es 7.3mg/L en toda la temporada de muestreo.



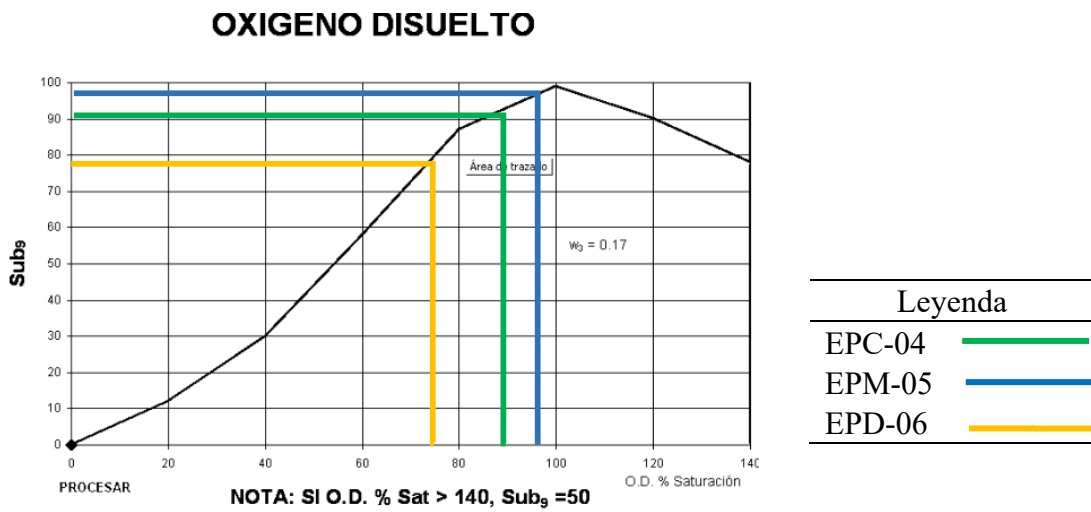
**Tabla 46**

*Sub9 para el parámetro porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>9</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>9</sub> LLUVIAS
EPC-04	114%	94.00	119%	91.00
EPM-05	101%	99.00	110%	95.00
EPD-06	117%	92.00	109%	94.00

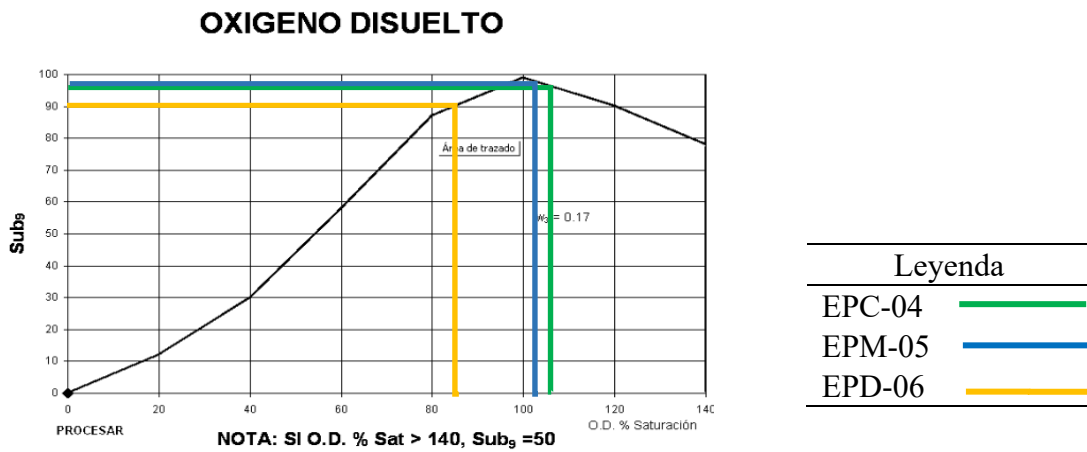
**Figura 55**

*Curva de función para porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto en la época secas.*



**Figura 56**

*Curva de función para porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en la época lluvias.*



## f) Nitrato

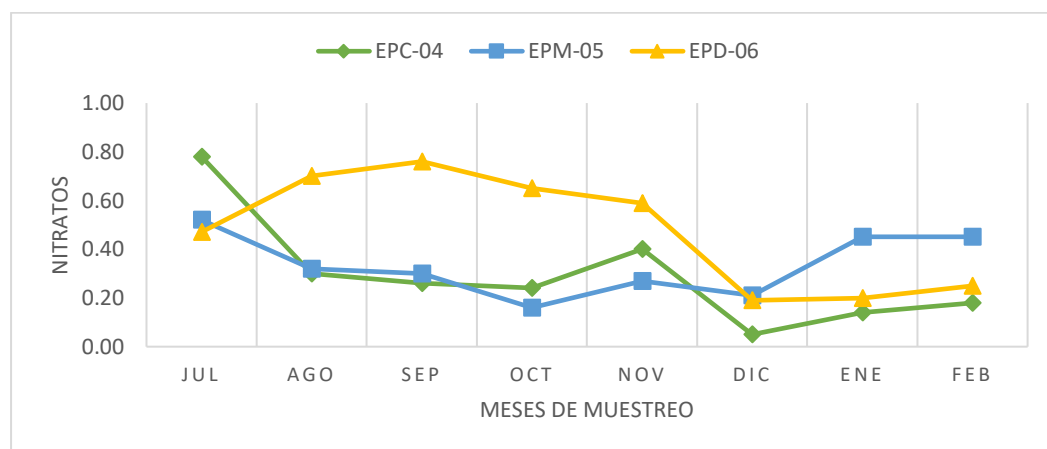
**Tabla 47**

*Valores de nitratos del agua para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo.	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EPC-04</b>	0.8	0.3	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.3
<b>EPM-05</b>	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.3
<b>EPD-06</b>	0.5	0.7	0.8	0.7	0.6	0.2	0.2	0.3	0.5
Promedio del tributario									<b>0.4 mg/l</b>

**Figura 187**

*Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.*



En la figura 57, se observa la variación de nitratos en el agua del tributario, para la época de sequía de julio a octubre, la concentración máxima de nitratos es de 0.8 mg/L en la EPC y la mínima concentración de nitratos es de 0.2 mg/L, en la EPM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de nitratos es 0.6 mg/L en la EPC y la concentración mínima de nitratos es 0.1 mg/L en la EPC. En general el promedio de nitratos es 0.4 mg/L en toda la temporada de muestreo.

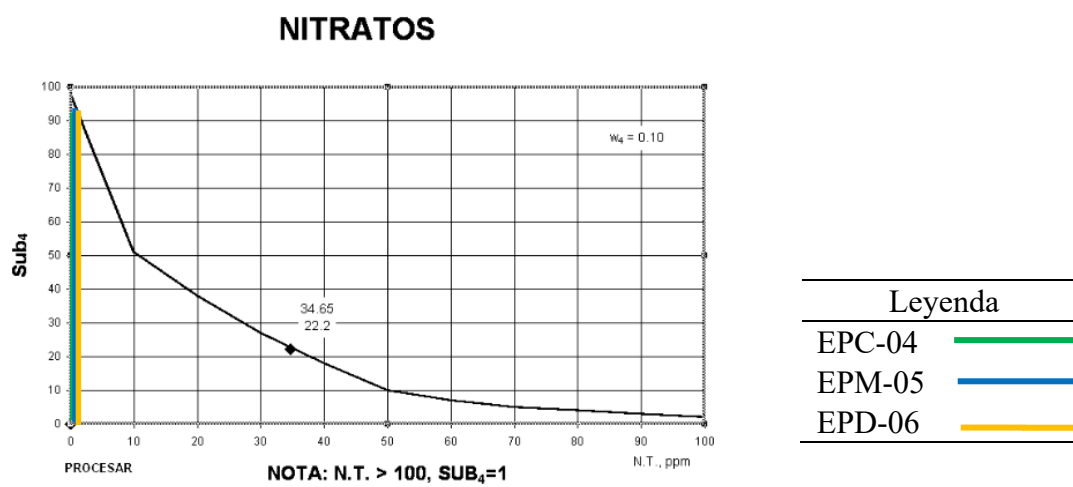
**Tabla 48**

*Sub4 para el parámetro nitratos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>4</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>4</sub> LLUVIAS
EPC-04	0.4	95.0	0.2	96.5
EPM-05	0.3	95.5	0.3	95.0
EPD-06	0.6	94.0	0.3	95.0

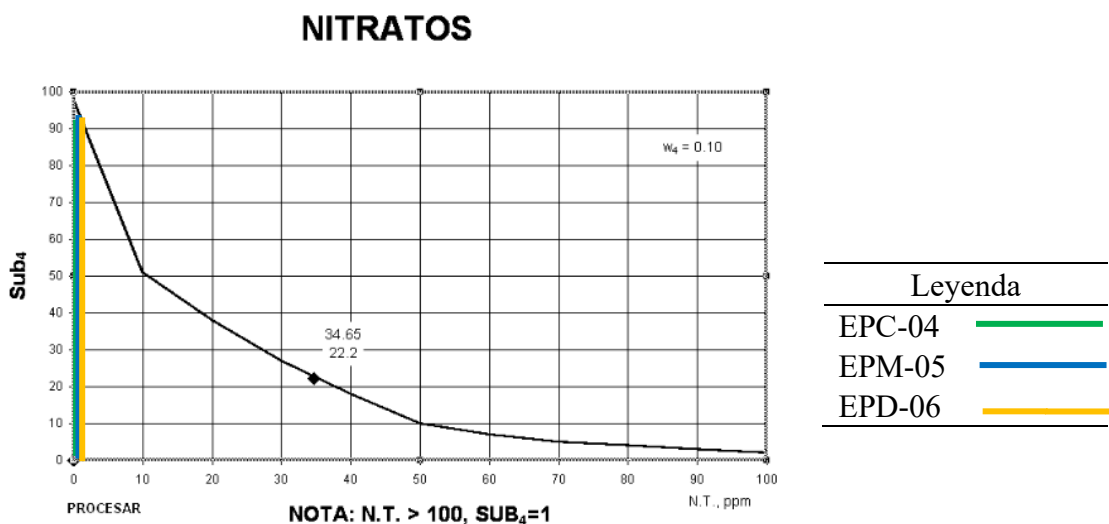
**Figura 58**

*Curva de función de nitratos en la época secas*



**Figura 59**

*Curva de función de nitratos en la época lluvia.*



## g) Fosfatos

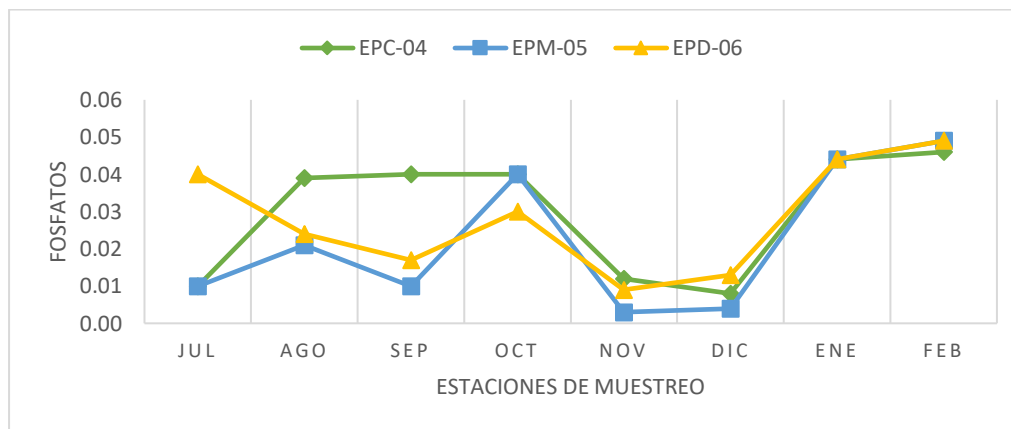
**Tabla 49**

*Valores de fosfatos del agua para el tributario Pongobamba en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo.	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EPC-04</b>	0.01	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	0.04	0.05	0.03
<b>EPM-05</b>	0.01	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.05	0.02
<b>EPD-06</b>	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.04	0.05	0.03
Promedio del tributario									<b>0.03 mg/ l</b>

**Figura 60**

*Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba.*



En la figura 60 se observa la variación de fosfatos, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de fosfatos es de 0.04 mg/L en la EPC y la concentración mínima de fosfatos es de 0.01 mg/L en la EPM. Así mismos en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de fosfatos es 0.05 mg/L en la EPM y los mínimos valores de concentración de fosfatos es 0.0mg/L en la EPM. El promedio general de fosfatos es 0.03mg/L en toda la temporada de muestreo.

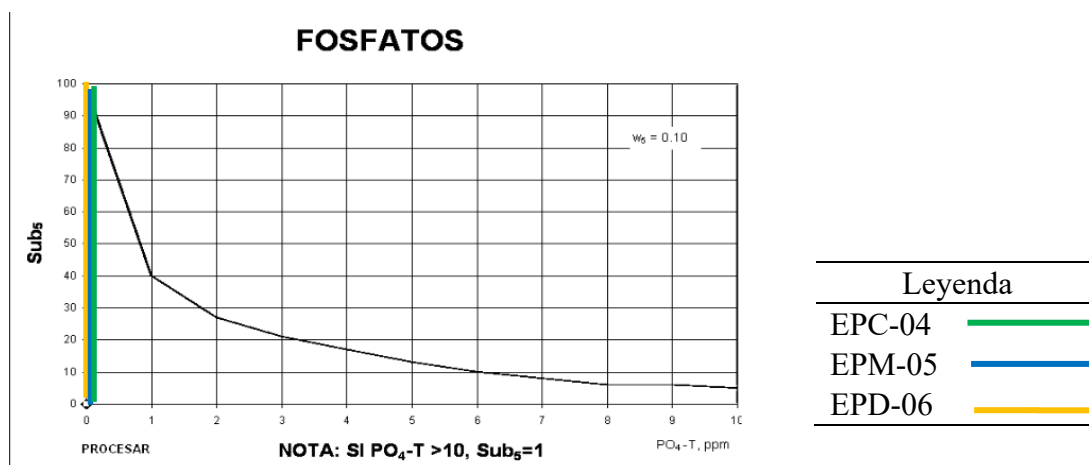
**Tabla 50**

*Sub5 para el parámetro fosfatos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>5</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>5</sub> LLUVIAS
EPC-04	0.03	95.00	0.03	95.00
EPM-05	0.02	96.00	0.03	95.00
EPD-06	0.03	95.00	0.03	95.00

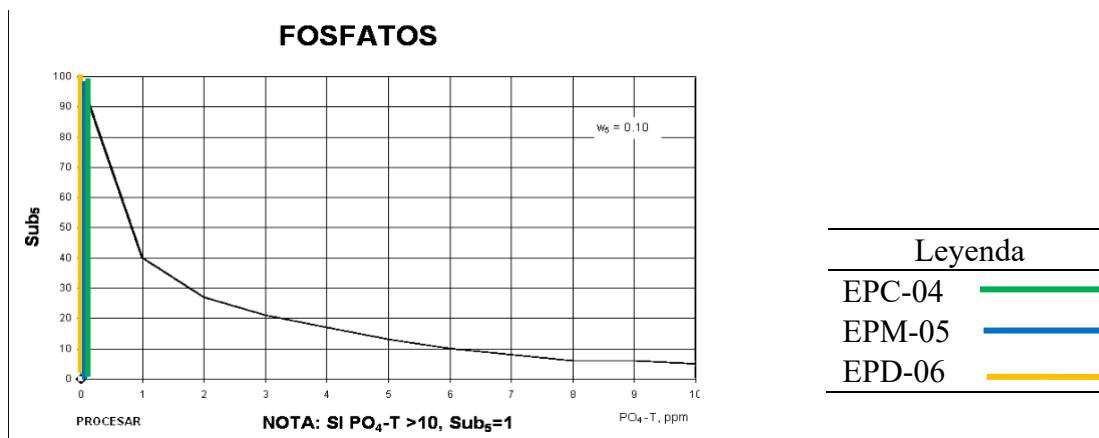
**Figura 61**

*Curva de función de fosfatos en la época secas.*



**Figura 62**

*Curva de función de fosfatos en la época lluvias.*



## h) Coliformes

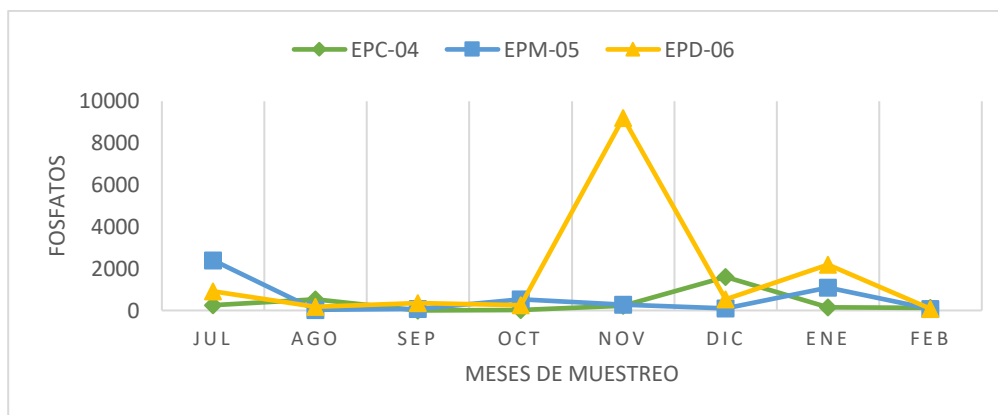
**Tabla 51**

*Valores de coliformes del agua para el tributario Pongobamba.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EPC-04</b>	240	540	0	33	220	1600	140	130	363
<b>EPM-05</b>	2400	31	70	540	280	110	1100	79	576
<b>EPD-06</b>	920	170	350	240	9200	540	2200	79	1712
Promedio de tributario									<b>884 NMP/100ml</b>

**Figura 63**

*Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Pongobamba*



En la figura 63 se observa la variación de *Coliformes*, para la época de secas de julio a octubre, la máxima concentración de *Coliformes* es de 2400 NMP/100ml, en la EPM, el cual se debe a la presencia de pastoreo a orillas de este tributario y empozamiento del agua y la mínima concentración de *Coliformes* 0 NMP/100ml en la EPM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la máxima concentración de *Coliformes* de 9200 NMP/100ml en la EPM y la mínima concentración de *Coliformes* es de 9200 79 NMP/100ml en la EPD.

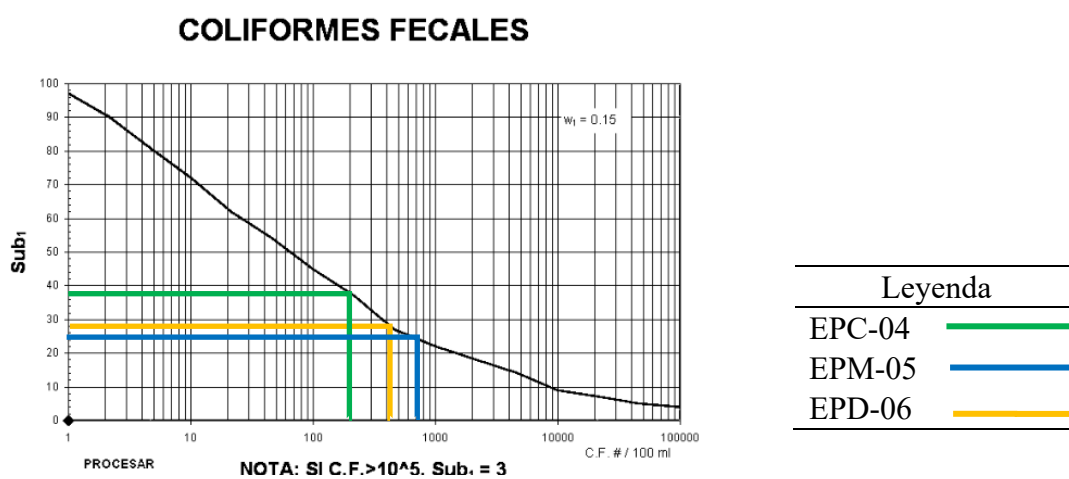
**Tabla 52**

*Sub1 para el parámetro coliformes.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>1</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>1</sub> LLUVIAS
EPC-04	203	38	523	26
EPM-05	760	25	392	30
EPD-06	420	28	3005	16

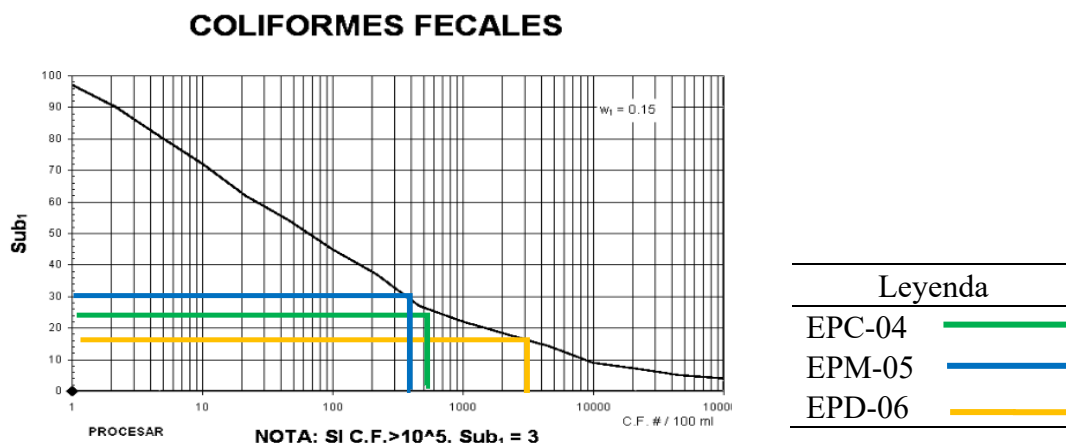
**Figura 64**

*Curva de función de los coliformes en la época secas.*



**Figura 65**

*Curva de función de los coliformes en la época lluvias.*



**Tabla 53**

*Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los (ECA) del tributario Pongobamba.*

CATEGORIZACION ICA							CATEGORIA DE ECA 3				
PARÁMETRO	EPOCA DE SECAS			EPOCA DE LLUVIA			RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES		Valor ECA-3	Promedio de valores físico-químicos	
	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EPC-04	EPM-05	EPD-06	PARAMETRO	unidad			
Temperatura	8.5	8.4	9.8	10.5	10.2	9.8	Temperatura	°C	Δ 3	13.8	
Turbidez	7.3	7.5	8.4	9.1	9.2	7.7					
PH	10.5	11.4	11.4	11.3	11.3	11.3	Potencial de hidrogeniones	unidad de pH.	6.5 – 8,4	7.6	
Solidos totales disueltos	5.2	5.1	5.7	6	6.4	6					
Nitratos	10.8	10.9	10.7	11	10.8	10.8	Nitratos	mg/L	100	0.37	
Fosfatos	10.8	10.9	10.8	10.8	10.8	10.8					
Oxígeno Disuelto	17.3	18.2	16.9	16.7	17.5	17.3	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5-≥4	7.4	
Coliformes	6.6	4.3	4.9	4.5	5.2	2.8	Coliformes termotolerantes	NMP/100ML	2000-1000	883.8	
ICA	77	76.7	78.6	80	81	76	Conductividad	(μS/cm)	2500	345.1	
	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Color	Pt/Co	100 (a)	15.5	
							Sulfatos	mg/L	1000	76.3	

La presencia de agricultura en la cabecera y medio del tributario indica que es utilizado de tal modo así mismo la interacción directa que los animales vacunos y ovinos que tienen el tributario permite que clasifique para la categoría 3 de los ECA. (Tabla 53)



#### 4.4.3 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Ocotuan

##### a) Temperatura

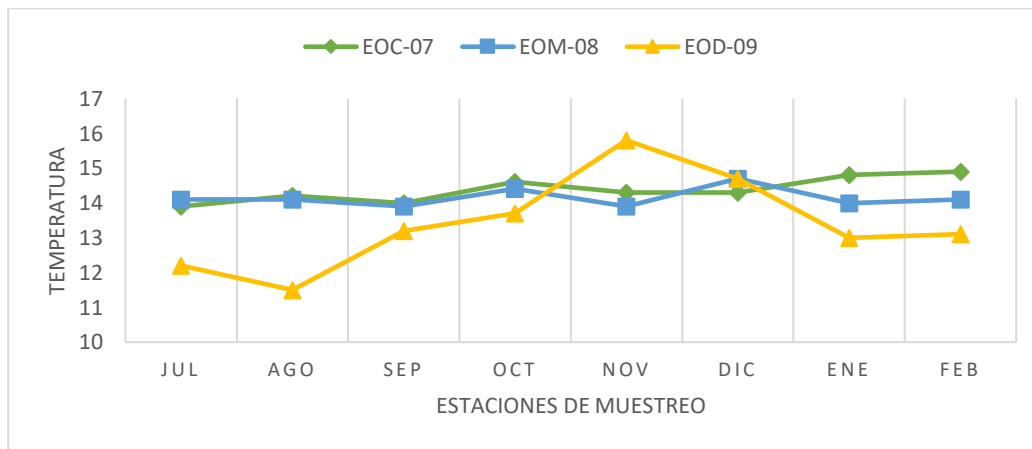
**Tabla 54**

*Valores de temperatura para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Punto de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EOC-07</b>	13.9	14.2	14	14.6	14.3	14.3	14.8	14.9	14.375
<b>EOM-08</b>	14.1	14.1	13.9	14.4	13.9	14.7	14	14.1	14.15
<b>EOD-09</b>	12.2	11.5	13.2	13.7	15.8	14.7	13	13.1	13.4
Promedio de tributario									<b>13.9 °C</b>

**Figura 66**

*Variación de temperatura en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



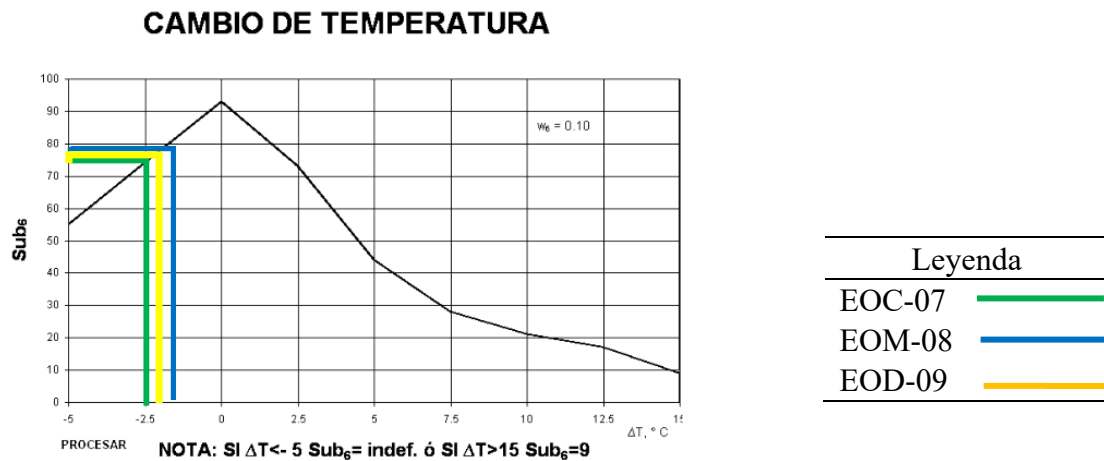
En la figura 66 se observa la variación de temperatura del agua, para la época de sequía de julio a octubre, en donde la temperatura máxima es 14.6°C en la EOC y la temperatura mínima de 11.5°C en la EOD. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la temperatura máxima es 15.8°C en la EOD y la temperatura mínima de 13°C en la EOD. En general promedio de la temperatura es 13.9°C. en toda la temporada de muestreo.

**Tabla 55:** *Sub<sub>6</sub> para el parámetro de temperatura época de secas.*

Diferencia de T° ambiente - T° muestra				
E.M	SECAS	Sub <sub>6</sub> SECAS	LLUVIA	Sub <sub>6</sub> LLUVIA
EOC-07	-2.5	75	-0.0875	92
EOM-08	-2.45	75	0.3125	90
EOD-09	-0.975	86	0.3375	90

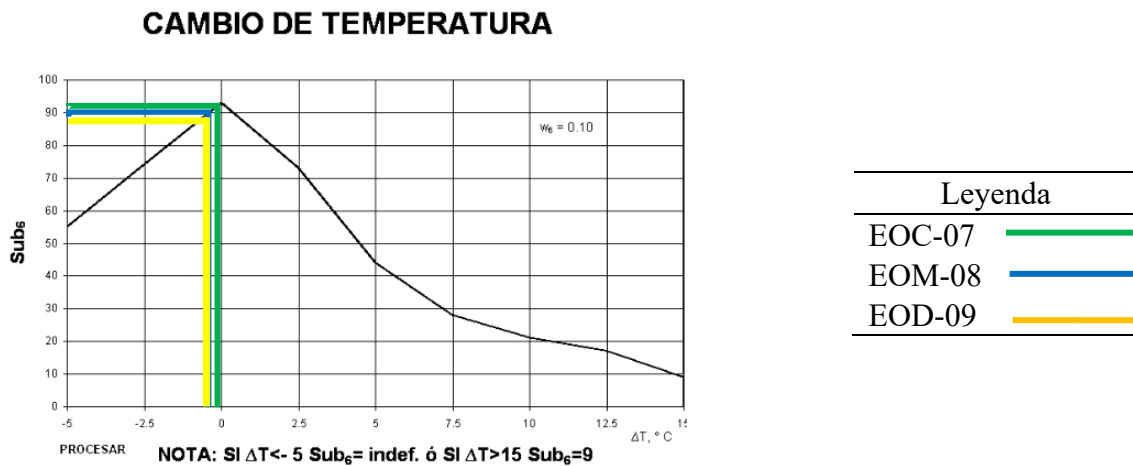
**Figura 67**

*Curva de función para la temperatura en la época de lluvia.*



**Figura 198**

*Curva de función para la temperatura en la época de secas.*



## b) Turbidez

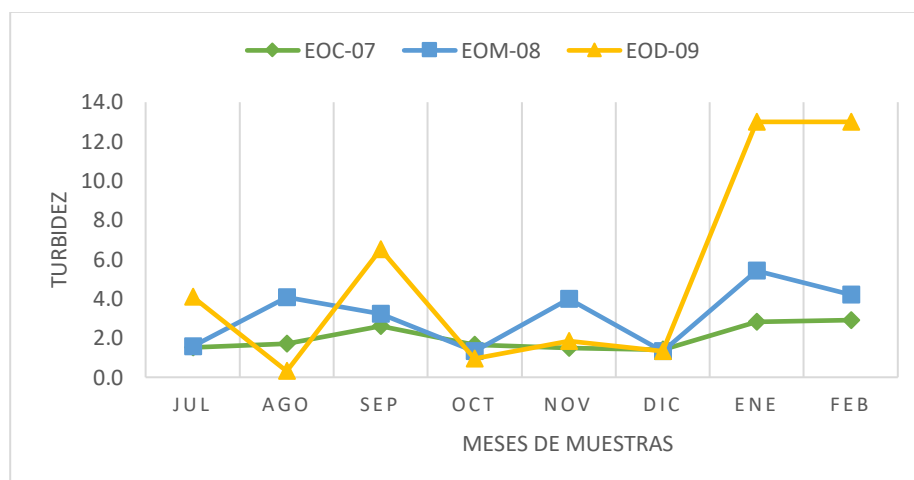
**Tabla 56**

*Valores de turbidez para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestro	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EOC-07</b>	1.5	1.7	2.6	1.7	1.5	1.4	2.8	2.9	2.0
<b>EOM-08</b>	1.6	4.1	3.2	1.3	4.0	1.3	5.4	4.2	3.1
<b>EOD-09</b>	4.1	0.3	6.5	1.0	1.8	1.3	13.0	13.0	5.1
Promedio del tributario									<b>3.4 NTU</b>

**Figura 69**

*Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



En la figura 69, se observa la variación de turbidez del agua, para la época de sequía de julio a octubre, la turbidez máxima es 6.5 NTU en la EOD y la turbidez mínima de 0.3 NTU en la EOD.

Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero la turbidez máxima es 13 NTU en la EOD y la turbidez mínima de 1.4 NTU en la EOC.

En general el promedio de la turbiedad es 3.4 NTU en toda la temporada de muestreo. La variación de turbidez en la desembocadura se debe al ingreso de un aportante al tributario el que viene de Cooper Bajo.

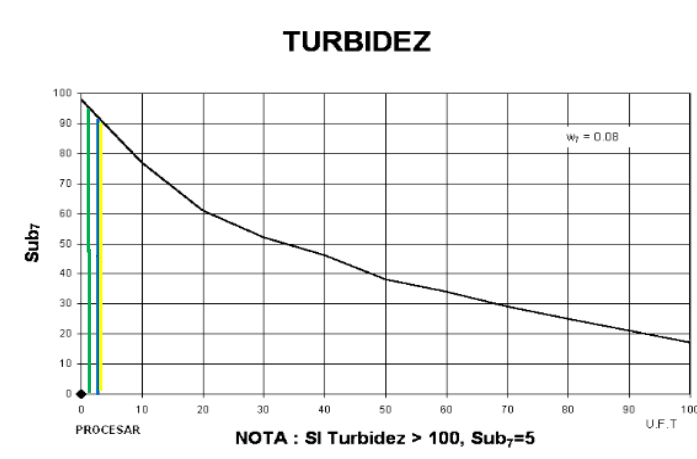
**Tabla 57**

*Sub7 para el parámetro de temperatura.*

E.M	SECAS	Sub7SECAS	LLUVIAS	Sub7 LLUVIAS
EOC-07	1.9	94.0	2.2	93.0
EOM-08	2.6	92.0	3.7	90.0
EOD-09	3.0	91.0	7.3	82.0

**Figura 70**

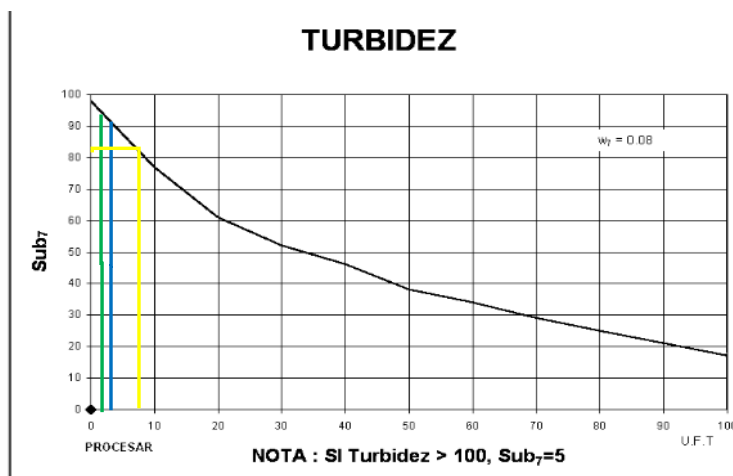
*Curva de función para la turbidez en la época de secas.*



Leyenda	
EOC-07	<span style="color: green;">—</span>
EOM-08	<span style="color: blue;">—</span>
EOD-09	<span style="color: yellow;">—</span>

**Figura 71**

*Curva de función para la turbidez en la época de lluvias.*



Leyenda	
EOC-07	<span style="color: green;">—</span>
EOM-08	<span style="color: blue;">—</span>
EOD-09	<span style="color: yellow;">—</span>

c)pH.

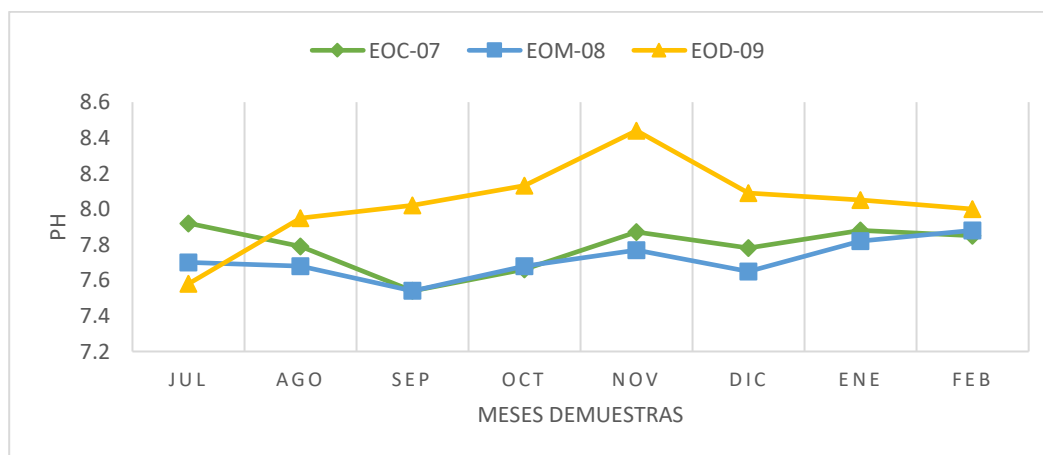
**Tabla 58**

*Valores de pH para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EOC-07</b>	7.9	7.8	7.5	7.7	7.9	7.8	7.9	7.9	7.8
<b>EOM-08</b>	7.7	7.7	7.5	7.7	7.8	7.7	7.8	7.9	7.7
<b>EOD-09</b>	7.6	8.0	8.0	8.1	8.4	8.1	8.1	8.0	8.0
Promedio del tributario									<b>7.8</b>

**Figura 72**

*Variación de pH en cada en la estación de muestreo del tributario Ocotuan*



En la figura 72, se observa la variación de pH del agua, para la época de secas de julio a octubre, el pH máximo es 8.1, en la EOD y el pH mínimo es de 7.5, en la EOM. En comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la pH máximo es 8.1 en la EOD y el pH mínimo es de 7.7 en diferentes estaciones de Ocotuan. En general el promedio del pH es 7.8 en toda la temporada de muestreo en que se observa mayor pH en la desembocadura el cual se debe a la descarga de residuos domésticos y concentración de esta misma a lo largo de su recorrido.

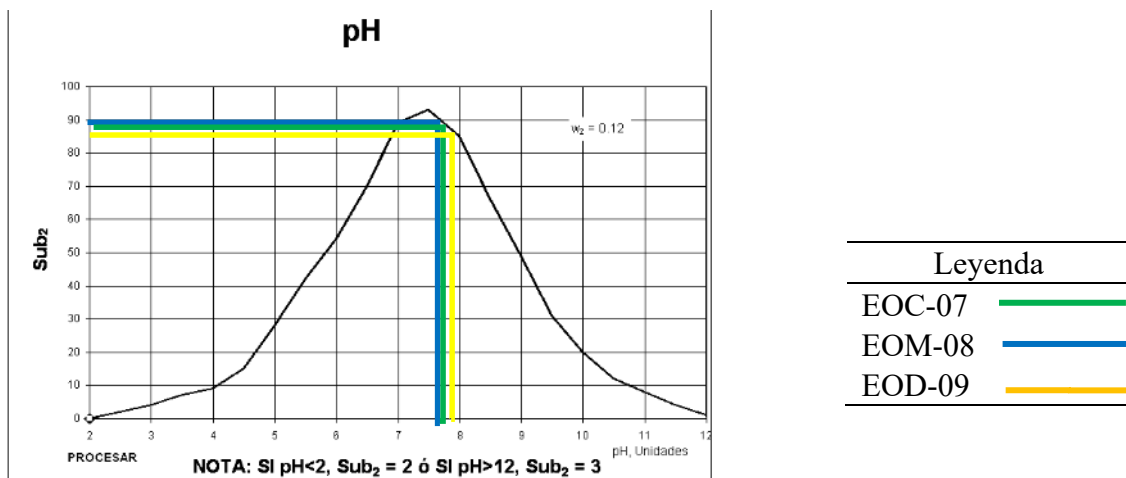
**Tabla 59**

*Sub2 para el parámetro pH.*

E.M	SECAS	Sub <sub>2</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>2</sub> LLUVIAS
EOC-07	7.7	89.0	7.8	88.0
EOM-08	7.7	89.0	7.8	88.0
EOD-09	7.9	86.0	8.1	80.5

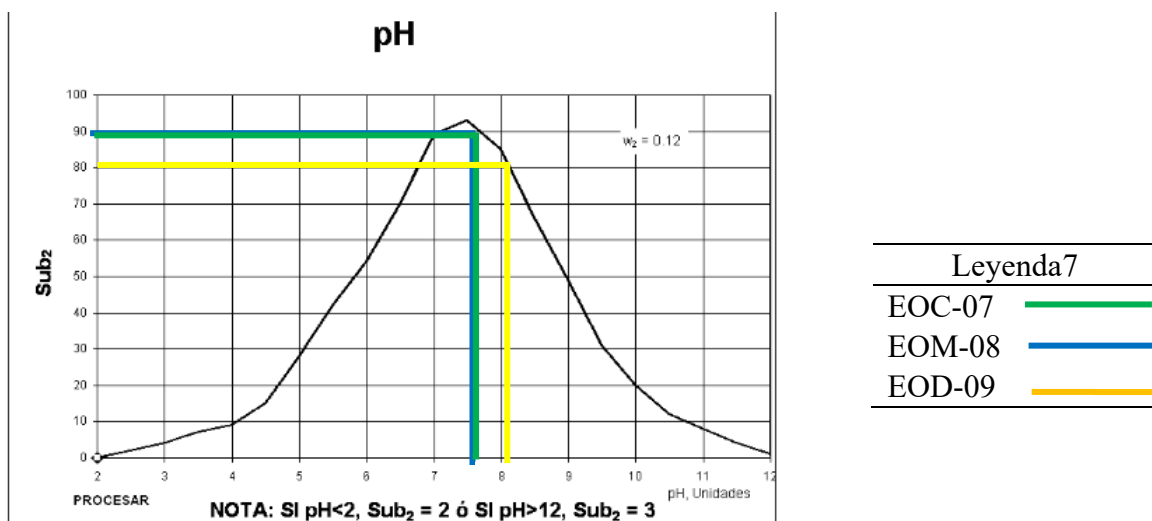
**Figura 73**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



**Figura 74**

*Curva de función para el pH en la época de lluvias.*



#### d) Solidos Totales Disueltos

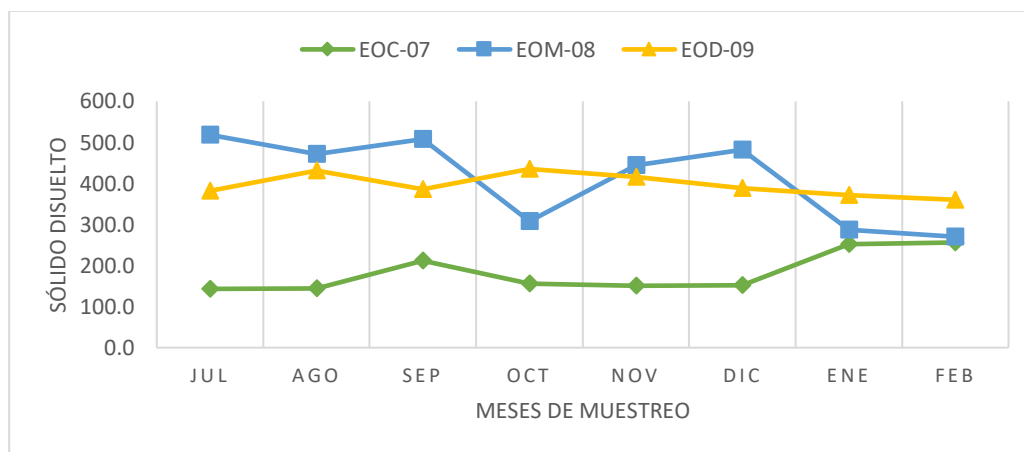
**Tabla 60**

*Valores de Solidos Totales Disueltos del agua para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EOC-07</b>	143	144	211	156	151	152	252	256	183
<b>EOM-08</b>	518	471	508	308	444	482	287	270	411
<b>EOD-09</b>	382	431	386	435	416	388	371	360	396
Promedio del tributario									330 mg/l

**Figura 75**

*Variación de Solidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



En la figura 75, se observa la variación de Solidos totales disueltos en el agua, para la época de secas de julio a octubre, los Solidos totales disueltos máximos es de 518 mg/L, en la EOM y los Solidos Totales Disueltos mínimos es de 143 mg/L, en la EOC. Así mismo, en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, los Solidos totales disueltos máximos es 482 mg/L en la EOM y los Solidos totales Disueltos mínimos es de 151 mg/L en la EOC. En general el promedio de los Solidos totales Disueltos del tributario Ocotuan es 330 mg/L en toda la temporada de muestreo.

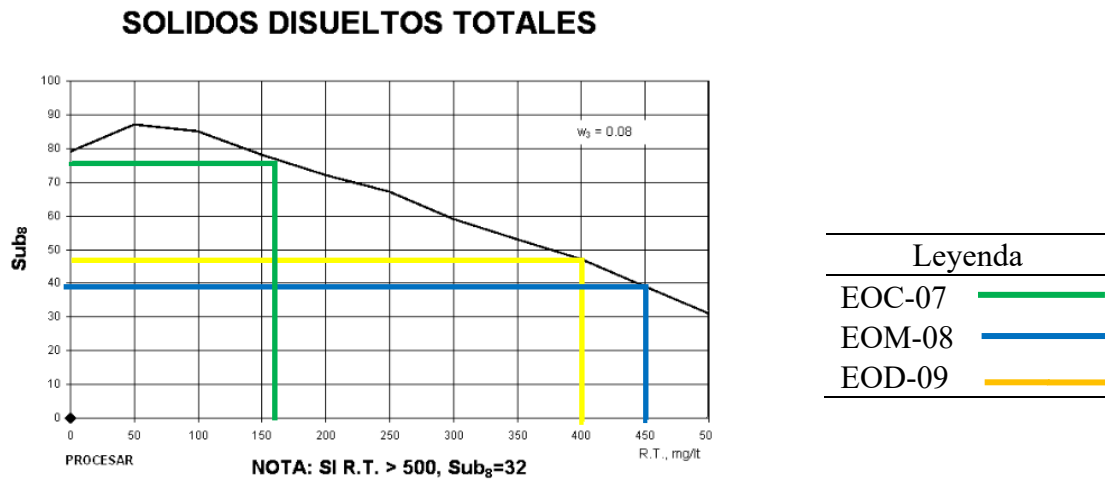
**Tabla 61**

*Sub8 para el parámetro Solidos Totales Disueltos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>8</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>8</sub> LLUVIAS
EOC-07	164	77	203	72
EOM-08	451	39	371	53
EOD-09	409	47	384	49

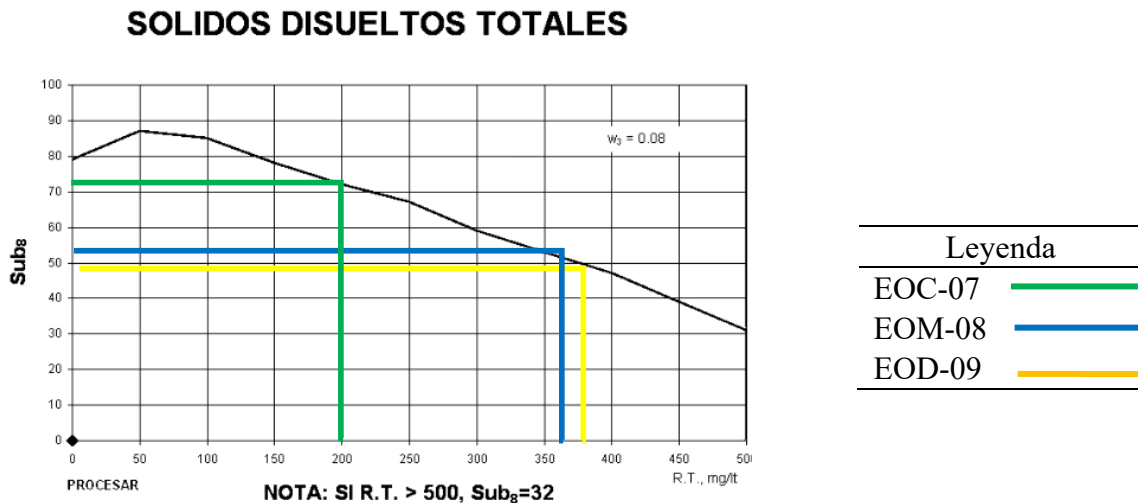
**Figura 76**

*Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de secas.*



**Figura 77**

*Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de lluvias.*





## e) Oxígeno Disuelto

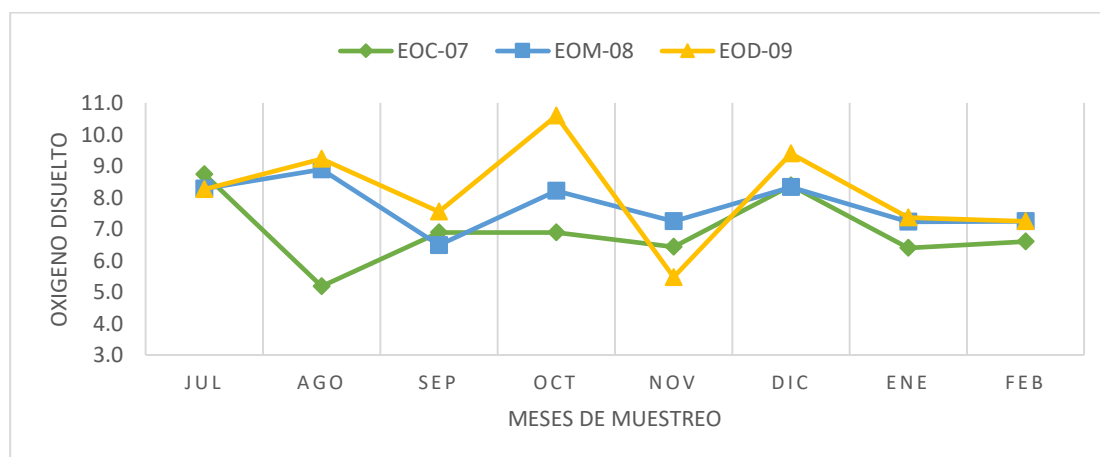
**Tabla 62**

*Valores de Oxígeno Disuelto del agua para el tributario Ocotuan.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio	Altitud	Factor de corrección
<b>EOC-07</b>	8.7	5.2	6.9	6.9	6.4	8.4	6.4	6.6	6.9	3938.0	0.6
<b>EOM-08</b>	8.3	8.9	6.5	8.2	7.2	8.3	7.2	7.2	7.7	3730.0	0.6
<b>EOD-09</b>	8.3	9.2	7.5	10.6	5.5	9.4	7.4	7.2	8.1	3728.0	0.6
Promedio del tributario									<b>7.6 ml/L</b>		

**Figura 78**

*Variación de oxígeno disuelto en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



En la figura 78 se observa la variación de Oxígeno Disuelto en el agua, para la época de secas de julio a octubre, el oxígeno disuelto máximo es de 10.6 mg/L, en la EOD y el oxígeno disuelto mínimo es de 5.2 mg/L, en la EOM. A comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, el Oxígeno Disuelto máximos es 9.4 mg/L en la y los mínimos valores de Oxígeno disuelto es 6.4mg/L en la EOD. En general el promedio del Oxígeno Disuelto es 7.3mg/L en toda la temporada de muestreo.

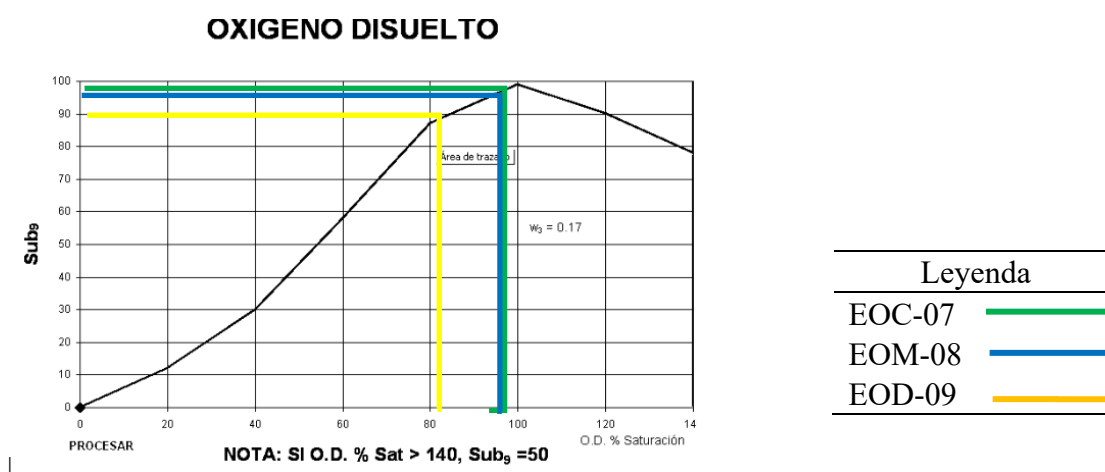
**Tabla 63**

*Sub9 para el parámetro oxígeno disuelto.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>9</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>9</sub> LLUVIAS
EOC-07	108%	98.00	109%	97.00
EOM-08	121%	89.00	115%	94.00
EOD-09	132%	86.00	112%	96.00

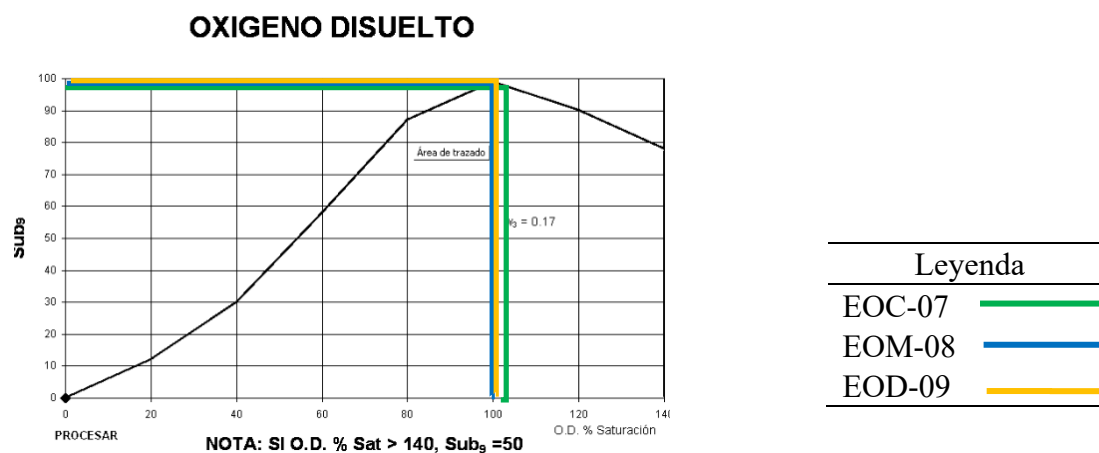
**Figura 79**

*Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de sequía.*



**Figura 80**

*Curva de función para Oxígeno Disuelto en la época de lluvias.*



## f) Nitratos

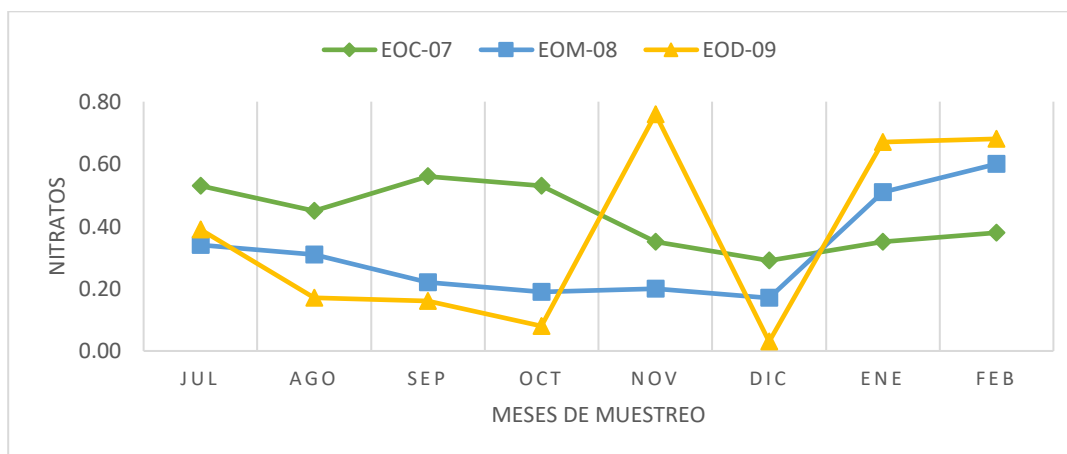
**Tabla 64**

*Valores de nitratos del agua para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EOC-07	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
EOM-08	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.6	0.3
EOD-09	0.4	0.2	0.2	0.1	0.8	0.0	0.7	0.7	0.4
Promedio									0.4 mg/l

**Figura 81**

*Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



En la figura 81, se observa la variación de nitratos en el agua, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de nitratos es de 0.6 mg/L, en la EOC y la concentración mínima de nitratos es de 0.1 mg/L en la EOD. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de nitratos es 0.8 mg/L en la EOD y la concentración mínima de nitratos es 0.0 mg/L en la EOD. En general el promedio de nitratos fue 0.4 mg/L en toda la temporada de muestreo.

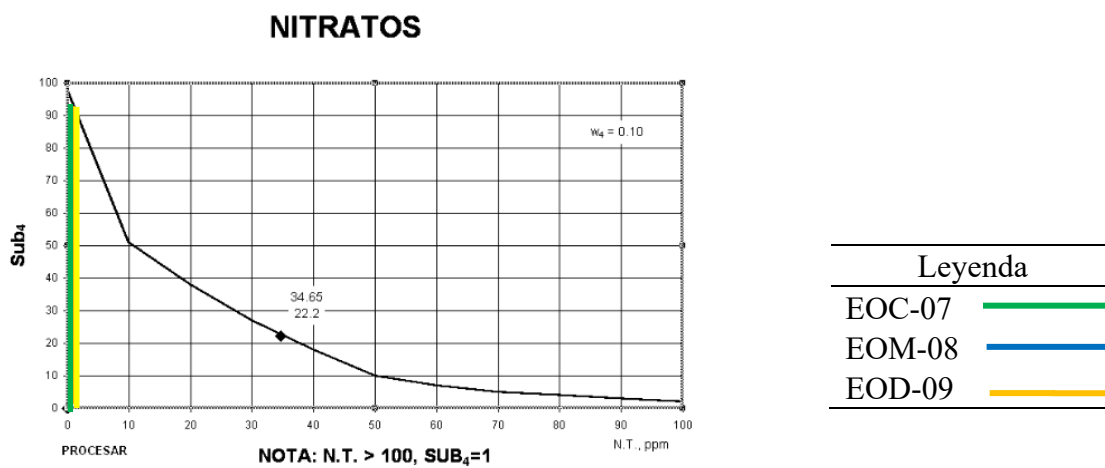
**Tabla 65**

*Sub4 para el parámetro nitratos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>4</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>4</sub> LLUVIAS
EOC-07	0.5	94.5	0.3	95.0
EOM-08	0.3	96.0	0.4	95.0
EOD-09	0.2	96.5	0.5	94.5

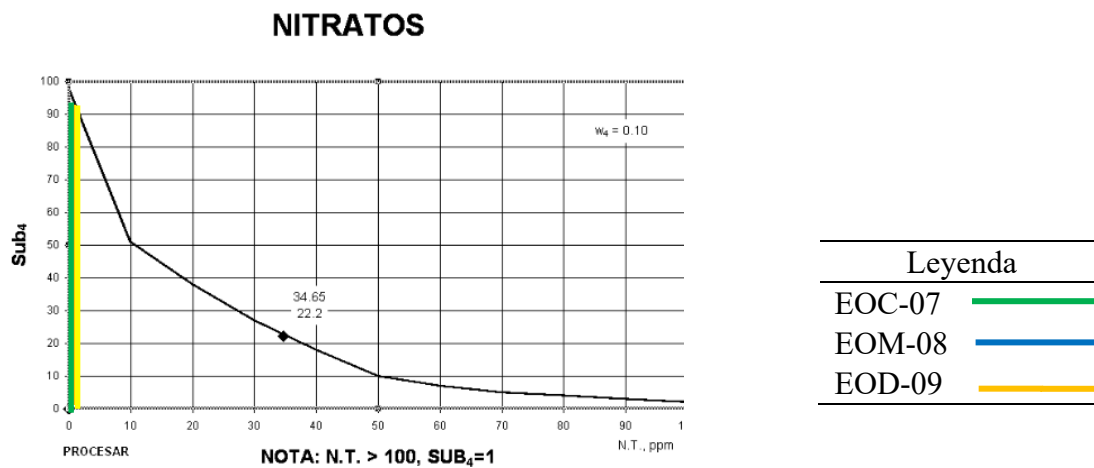
**Figura 82**

*Curva de función de nitratos en la época de secas.*



**Figura 83**

*Curva de función de nitratos en la época de lluvias.*



## g) Fosfatos

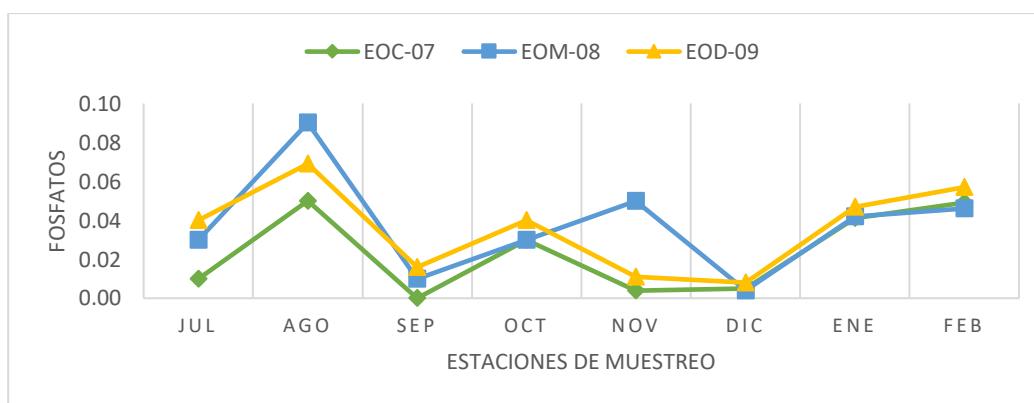
**Tabla 66**

*Valores de fosfatos para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EOC-07</b>	0.01	0.05	0.00	0.03	0.00	0.01	0.04	0.05	0.02
<b>EOM-08</b>	0.03	0.09	0.01	0.03	0.05	0.00	0.04	0.05	0.04
<b>EOD-09</b>	0.04	0.07	0.02	0.04	0.01	0.01	0.05	0.06	0.04
Promedio del tributario									0.03 mg/L

**Figura 84**

*Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



En la figura 84 se observa la variación de fosfatos en el agua, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de fosfatos es de 0.09mg/L en la EOM, en diferentes meses de muestreo y estaciones y la concentración mínima de fosfatos es de 0.01 mg/L en la EOC. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de fosfatos es 0.06 mg/L en la EOM en diferentes estaciones de muestreo del tributario y los mínimos valores de concentración de fosfatos es 0.1mg/L en la EOC. En general el promedio de la concentración de fosfatos fue 0.03mg/L en toda la temporada de muestreo, este compuesto presenta el mismo comportamiento que los nitratos, puesto que se hallan en la capa fértil del suelo, así como también son asimilados por las plantas y organismos en el medio.

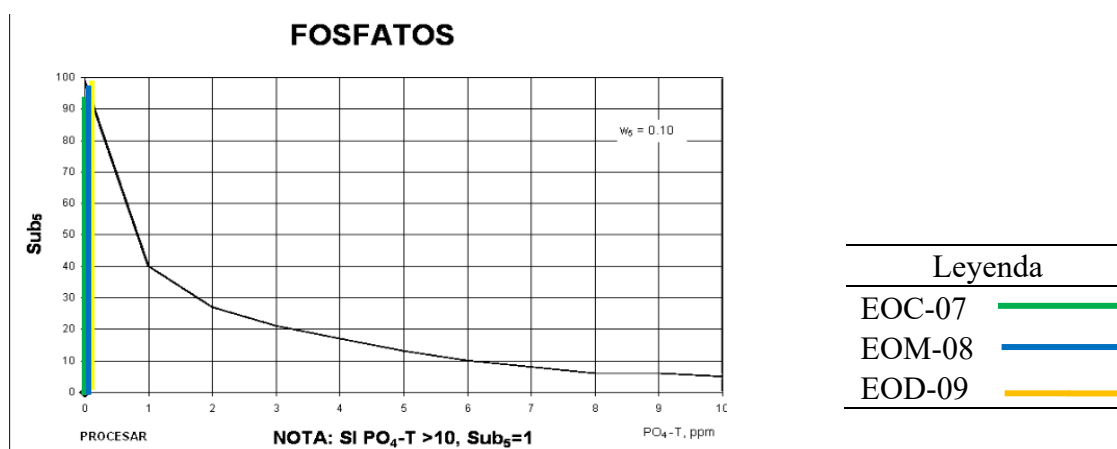
**Tabla 67**

*Sub5 para el parámetro fosfatos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>5</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>5</sub> LLUVIAS
EOC-07	0.02	96.00	0.02	96.00
EOM-08	0.04	94.00	0.04	94.00
EOD-09	0.04	94.00	0.03	95.00

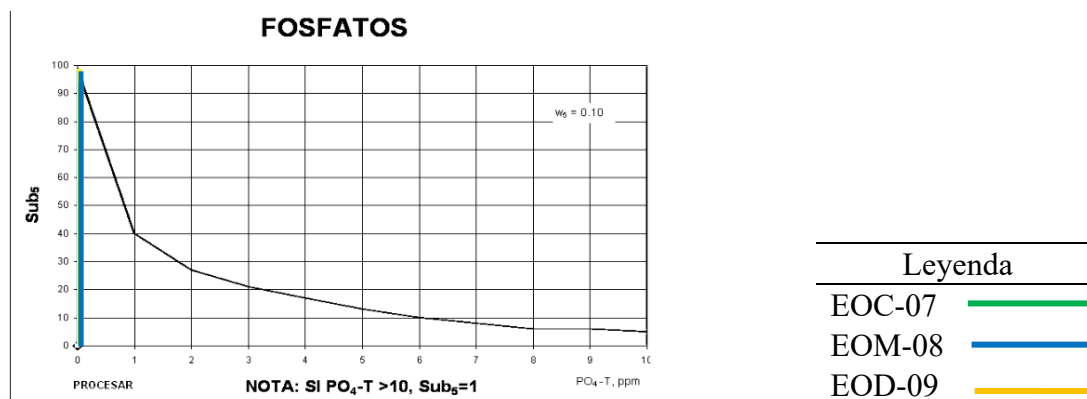
**Figura 85**

*Curva de función de los fosfatos en la época de secas.*



**Figura 86**

*Curva de función de los fosfatos en la época de lluvias.*



## h) *Coliformes termotolerantes*

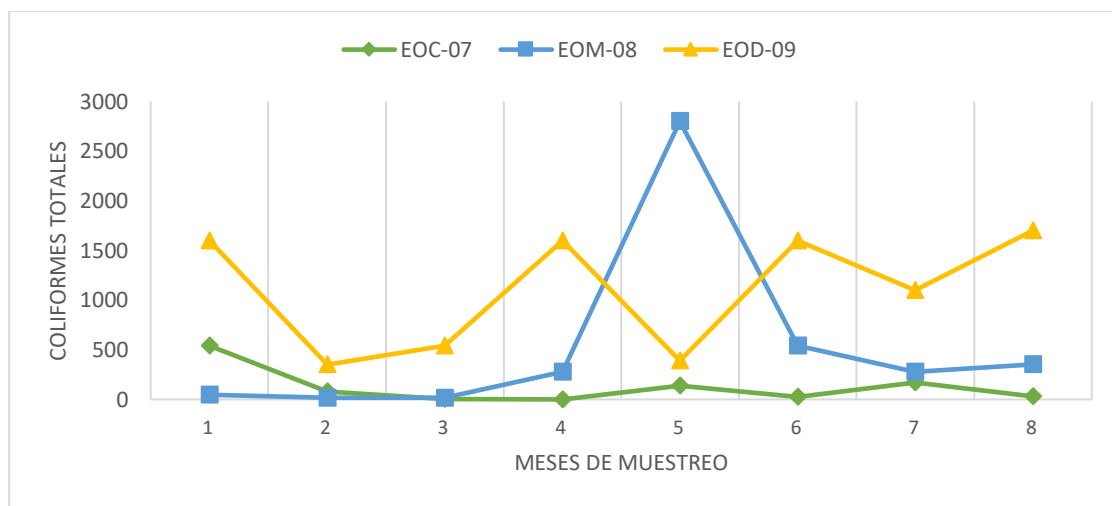
**Tabla 68**

*Valores de coliformes para el tributario Ocotuan en las 03 estaciones de muestreo.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EOC-07</b>	540	79	2	0	140	23	170	33	123
<b>EOM-08</b>	49	17	17	280	2800	540	280	350	542
<b>EOD-09</b>	1600	350	540	1600	390	1600	1100	1700	1110
Promedio del tributario									<b>592 NMP/100ml</b>

**Figura 87**

*Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Ocotuan.*



En la figura 87 se observa la variación de *Coliformes*, para la época de secas de julio a octubre, la máxima concentración de *Coliformes* es de 1600 NMP/100ml, en la EOD y la mínimo concentración de *Coliformes* es 0 NMP/100ml en EOM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la máxima concentración de *Coliformes* es de 2800 NMP/100ml en la EOM en el mes de diciembre ello se debe a la presencia de la descarga del desagüe de las viviendas aledañas y la presencia de porcinos en las orillas y la mínima concentración de *Coliformes* es 23 NMP/100ml en la EOC en el mes de noviembre.





**Tabla 70**

*Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los ECA del tributario Ocotuan.*

Parámetro	CATEGORIZACIÓN ICA						CATEGORIA DE ECA 3:			
	EPOCA DE SECAS			EPOCA DE LLUVIA			RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES			
	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EOC-07	EOM-08	EOD-09	PARAMETRO	unidad	Valor ECA-3	Promedio de valores físico-químicos
<b>Temperatura</b>	8.5	8.5	9.8	10.5	10.2	10.2	Temperatura	°C	Δ 3	14
<b>Turbidez</b>	8.8	8.6	8.5	8.7	8.4	7.7				
<b>PH</b>	11	11	10.6	10.5	10.5	10	Potencial de hidrogeniones	unidad de pH.	6,5 – 8,4	7.8
<b>Solidos totales disueltos</b>	6.4	3.2	3.9	6	5.3	4.1				
<b>Nitratos</b>	10.7	10.9	11	10.8	10.8	10.7	Nitratos	mg/L	100	0.37
<b>Fosfatos</b>	10.9	10.7	10.7	10.9	10.7	10.8				
<b>Oxígeno Disuelto</b>	18	16.4	15.8	17.8	17.3	17.6	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 4-≥5	7.6
<b>Coliformes</b>	7.3	8	3.8	8	4	3.8	<i>Coliformes termotolerantes</i>	NMP/100ml	1000-2000	591.7
<b>ICA</b>	81.8	77.4	74.2	83	77	75	Conductividad	(μS/cm)	2 500	449.9
	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Color	Pt/Co	100 (a)	16.8
							Sulfatos	mg/L	1000	116.1

Se evidencio la presencia de agricultura de tallo alto y corto desde la cabecera, medio y desembocadura, así mimo la presencia de animales domésticos a riberas del tributario, quien es aprovechado para cumplir funciones vitales en estos organismos. (Tabla 70)

#### 4.4.4 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Huila-Huila

##### a) Temperatura

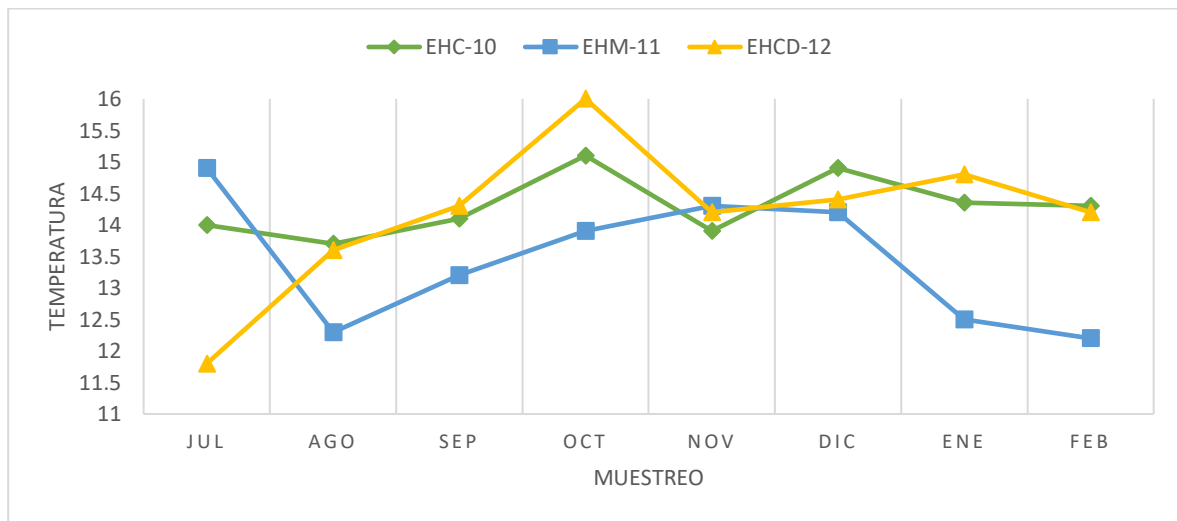
**Tabla 71**

*Valores de temperatura para el tributario Huila Huila en las 03 estaciones de muestreo.*

Punto de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EHC-10	14	13.7	14.1	15.1	13.9	14.9	14.4	14.3	14.3
EHM-11	14.9	12.3	13.2	13.9	14.3	14.2	12.5	12.2	13.4
EHCD-12	11.8	13.6	14.3	16	14.2	14.4	14.8	14.2	14.2
Promedio de tributario									13.9

**Figura 90**

*Variación de Temperatura en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila*



En la figura 90 se observa valores de temperatura de agua en la época de sequía de julio a octubre, (secas) la temperatura máxima es 14.9°C en EHM y con temperatura mínima de 11.8 °C en la EHC. Por otra parte, en la en la época de lluvias que comprende de noviembre a febrero, la temperatura máxima es 14.9°C en la EHC y la temperatura mínima es de 12.2°C en la EHD.

En general el promedio de la temperatura es 13.9°C en toda la temperatura de muestreo. Estas variaciones se deben a que este tributario generalmente se encuentra empozado.

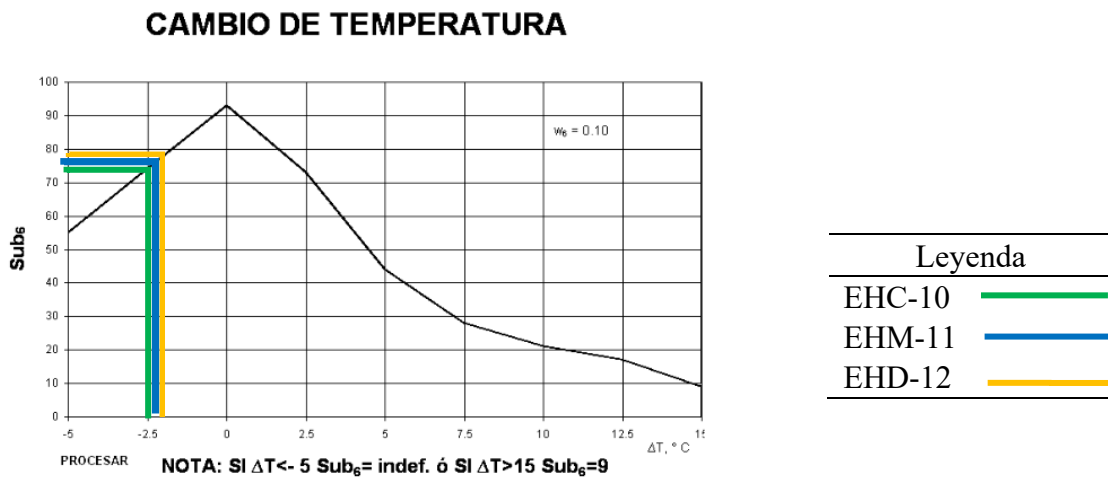
**Tabla 72**

*Sub6 para el parámetro de temperatura época de secas.*

Diferencia de T° ambiente - T° muestra				
E.M	SECAS	Sub <sub>6</sub> SECAS	LLUVIA	Sub <sub>6</sub> LLUVIA
EHC-10	-2.55	74	0.125	92
EHM-11	-1.9	79	1.1875	87
EHCD-12	-2.25	77	0.0875	92

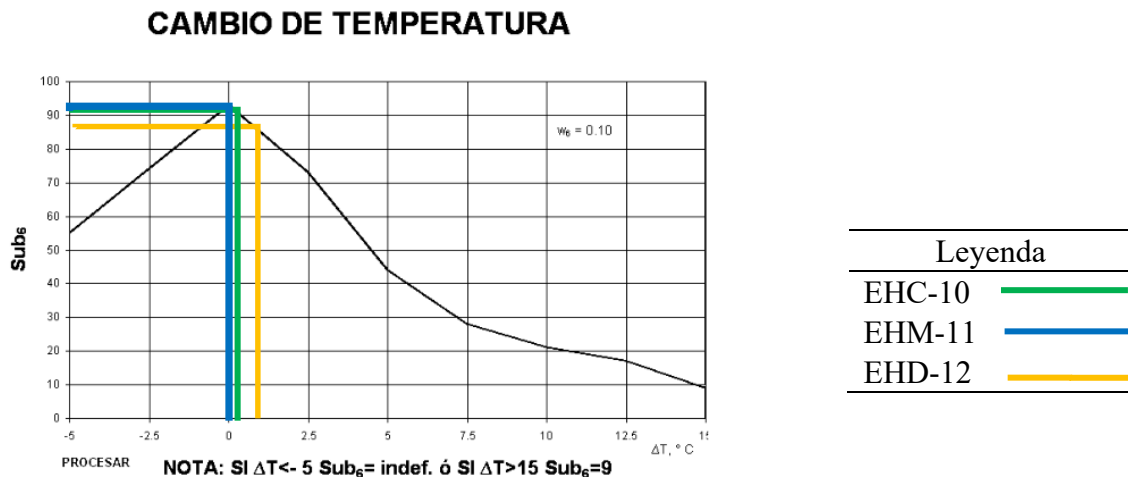
**Figura 91**

*Curva de función de la temperatura en la época de secas.*



**Figura 92**

*Curva de función de la temperatura en la época de lluvias.*



## b) Turbidez

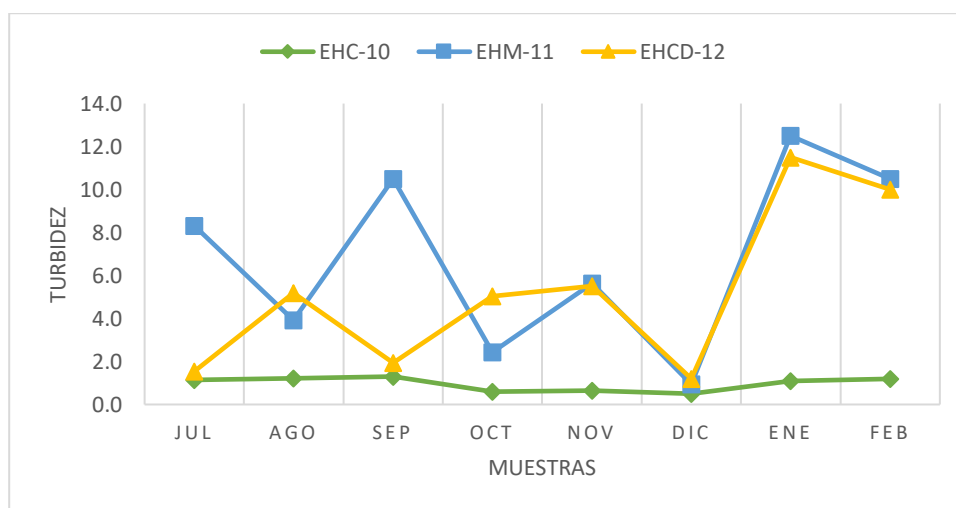
**Tabla 73**

*Valores de turbidez para el tributario Huila -Huila en las estaciones de muestreo.*

Estaciones de muestro	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EHC-10</b>	1.1	1.2	1.3	0.6	0.7	0.5	1.1	1.2	1.0
<b>EHM-11</b>	8.3	3.9	10.5	2.4	5.6	0.9	12.5	10.5	6.8
<b>EHCD-12</b>	1.6	5.2	1.9	5.0	5.5	1.2	11.5	10.0	5.2
Promedio del tributario									4.3

**Figura 93**

*Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Huila- Huila.*



En la figura 93, se observa la variación de turbidez del agua, para la época de secas de julio a octubre, la turbidez máxima fue 10.5 NTU en la EHM y la turbidez mínima de 0.6 NTU en la EHC, así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la turbidez máxima es 0.5 en la EHD y la turbidez mínima de NTU en la EHM. En general el promedio de la turbidez es 4.3 NTU en toda la temporada de muestreo el cual se debe al constante impacto que recibe de otros aportantes, así como el paso de vehículos por las orillas del tributario.

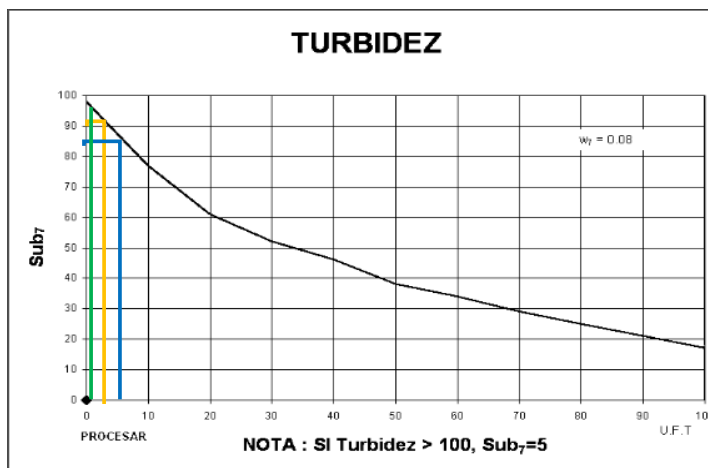
**Tabla 74**

*Sub7 para el parámetro de turbidez.*

Estaciones de muestro	SECAS	Sub <sub>7</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>7</sub> LLUVIAS
EHC-10	1.1	95.0	0.9	96.0
EHM-11	6.3	84.0	7.4	82.0
EHCD-12	3.4	91.0	7.1	83.0

**Figura 94**

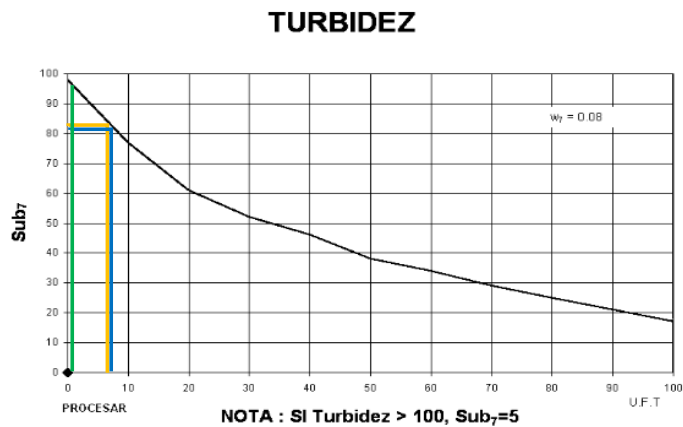
*Curva de función para la turbidez en la época de secas.*



Leyenda	
EHC-10	<span style="color: green;">—</span>
EHM-11	<span style="color: blue;">—</span>
EHD-12	<span style="color: yellow;">—</span>

**Figura 95**

*Curva de función para la turbidez en la época de lluvias.*



Leyenda	
EHC-10	<span style="color: green;">—</span>
EHM-11	<span style="color: blue;">—</span>
EHD-12	<span style="color: yellow;">—</span>

c) pH.

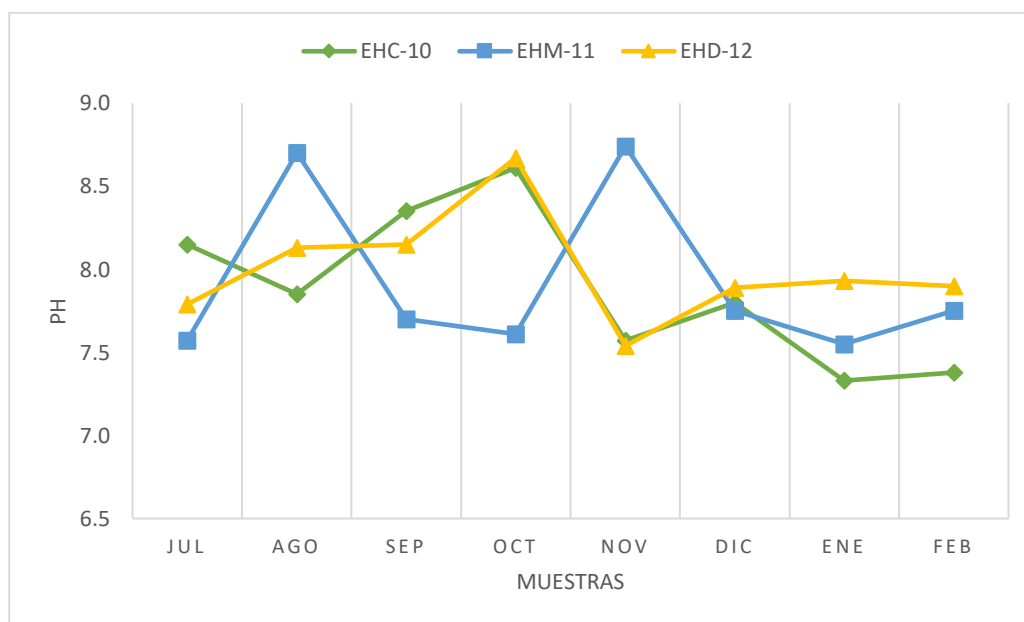
**Tabla 75**

*Valores de pH para el tributario Huila- Huila.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Promedio
<b>EHC-10</b>	8.2	7.9	8.4	8.6	7.6	7.8	7.3	7.4	7.9
<b>EHM-11</b>	7.6	8.7	7.7	7.6	8.7	7.8	7.6	7.8	7.9
<b>EHD-12</b>	7.8	8.1	8.2	8.7	7.5	7.9	7.9	7.9	8.0
Promedio del tributario									7.9

**Figura 96**

*Variación de pH en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.*



En la figura 94, se observa la variación de pH del agua, para la época de secas de julio a octubre el pH máximo es 8.7, en la EHC y el pH mínimo es de 7.6, en la EHC, así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, el pH máximo es 8.7 en la EHM y el pH mínimo es de 7.3 en la EHC. No habiendo diferencias significativas en ambas temporadas, más que solo en la estación de muestreo. En general el promedio de la pH es 7.9 en toda la temporada de muestreo.

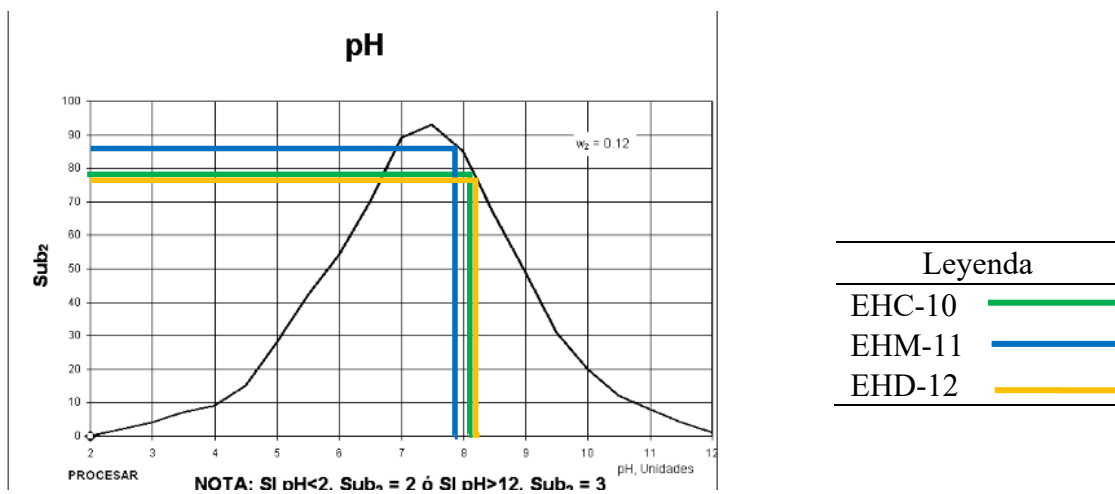
**Tabla 76**

*Sub2 para el parámetro pH.*

E.M	SECAS	Sub <sub>2</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>2</sub> LLUVIAS
EHC-10	8.2	78.0	7.5	93.0
EHM-11	7.9	86.0	7.9	86.0
EHD-12	8.2	78.0	7.8	85.0

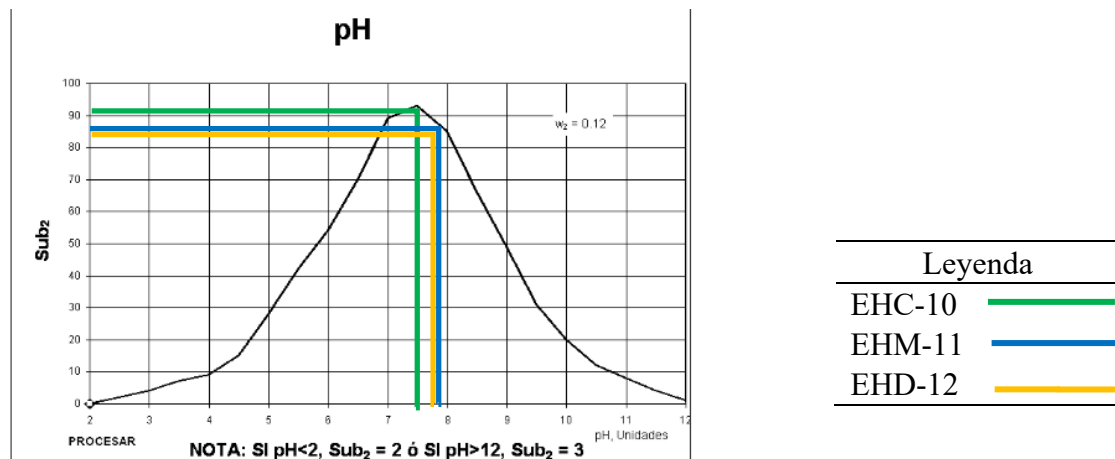
**Figura 97**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



**Figura 98**

*Curva de función para el pH en la época de lluvias.*



#### d) Solidos Totales Disueltos

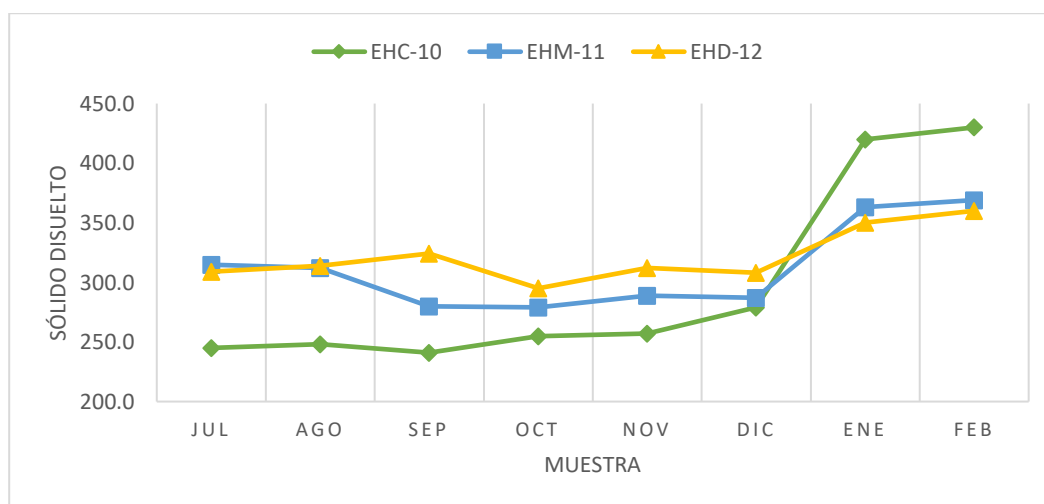
**Tabla 77**

*Valores de Solidos Totales Disueltos del agua para el tributario Huila- Huila.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EHC-10</b>	245	248	241	255	257	279	420	430	297
<b>EHM-11</b>	315	312	280	279	289	287	363	369	312
<b>EHD-12</b>	309	314	324	295	312	308	350	360	322
Promedio del tributario									310 ml/L

**Figura 99**

*Variación de solidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Huila - Huila.*



En la figura 99, se observa la variación de Solidos Totales Disueltos, para la época de secas de julio a octubre, los Solidos Totales Disueltos máximo es de 324 mg/L, en la EHM y los Solidos Totales Disueltos mínimo es de 241 mg/L, en la EHC. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, los Solidos Totales Disueltos máximos es 430 mg/L en la EHM y los Solidos Totales Disueltos mínimos es de 257 mg/L EHD. En general el promedio de los Solidos Totales Disueltos es 310 mg/ L en toda la temporada de muestreo.



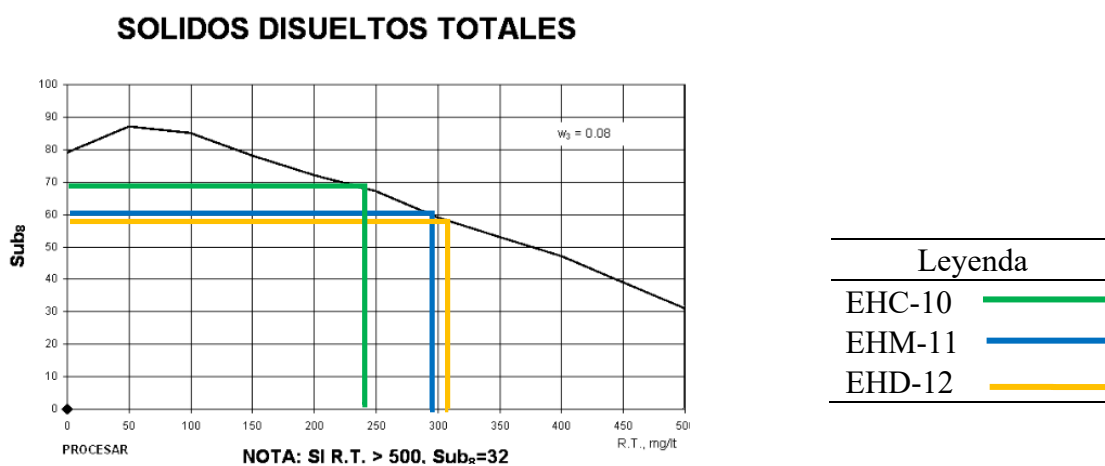
**Tabla 78**

*Sub8 para el parámetro Solidos Totales Disueltos.*

E.M.	SECAS	Sub8SECAS	LLUVIAS	Sub8LLUVIAS
EHC-10	247	68	347	53
EHM-11	297	60	327	56
EHD-12	311	58	333	55

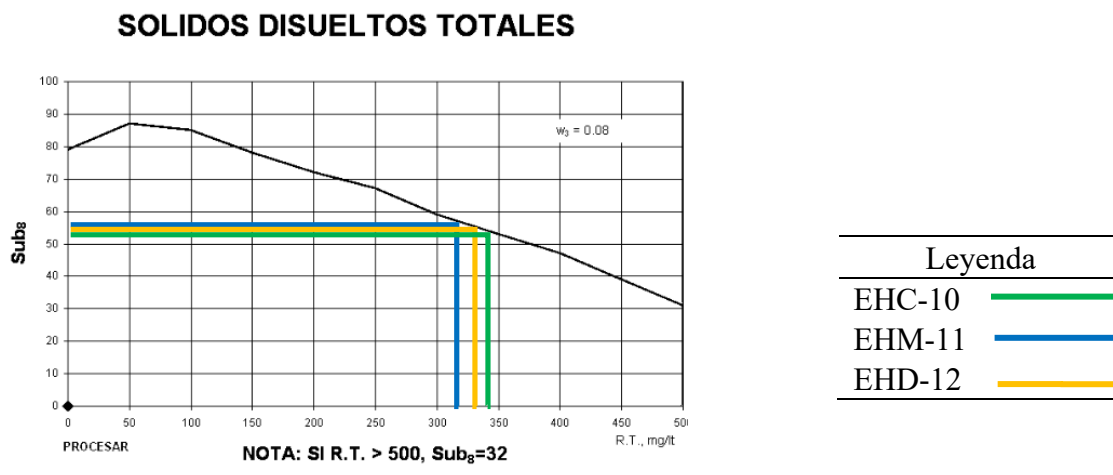
**Figura 100**

*Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de secas.*



**Figura 101**

*Curva de función para los Solidos Totales Disueltos en la época de lluvias.*



## e) Oxígeno Disuelto

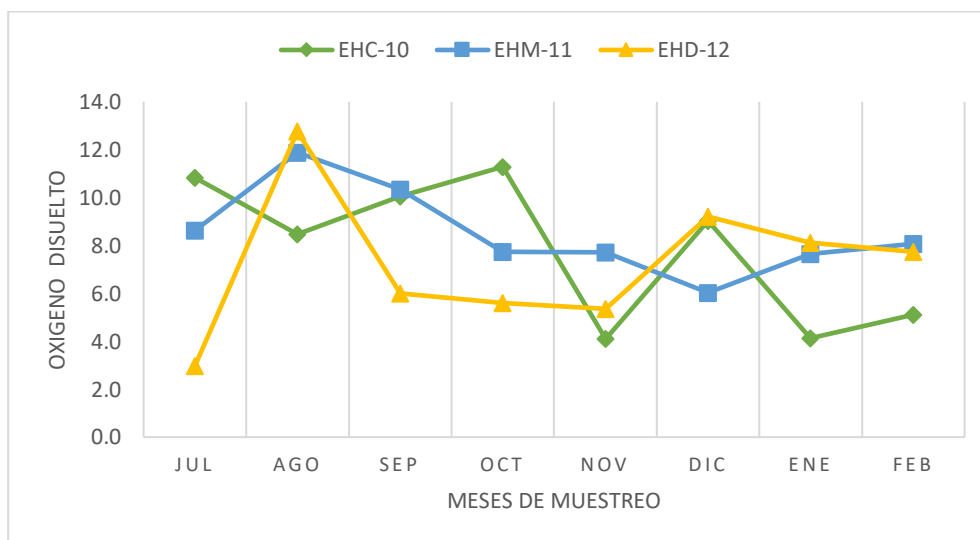
**Tabla 79**

*Valores de Oxígeno Disuelto del agua para el tributario Huila- Huila.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio	Altitud	Factor de corrección
<b>EHC-10</b>	10.8	8.5	10.1	11.3	4.1	9.0	4.1	5.1	7.9	3753	0.64
<b>EHM-11</b>	8.6	11.9	10.3	7.7	7.7	6.0	7.6	8.1	8.5	3742	0.64
<b>EHD-12</b>	3.0	12.8	6.0	5.6	5.3	9.2	8.1	7.7	7.2	3740	0.64
Promedio de tributario									7.9		

**Figura 102**

*Variación de Oxígeno Disuelto en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila.*



En la figura 102, se observa la variación de oxígeno disuelto, para la época de secas de julio a octubre, el Oxígeno Disuelto máximo es de 12.8 mg/L EHD y el Oxígeno Disuelto mínimo es de 3.0 mg/L, en la EHD. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, el Oxígeno Disuelto máximos es 8.1mg/L EHM y el mínimo de oxígeno disuelto es 4.1 mg/L en la EHC. En general promedio del Oxígeno Disuelto es 6.5mg/L en toda la temporada de muestreo.

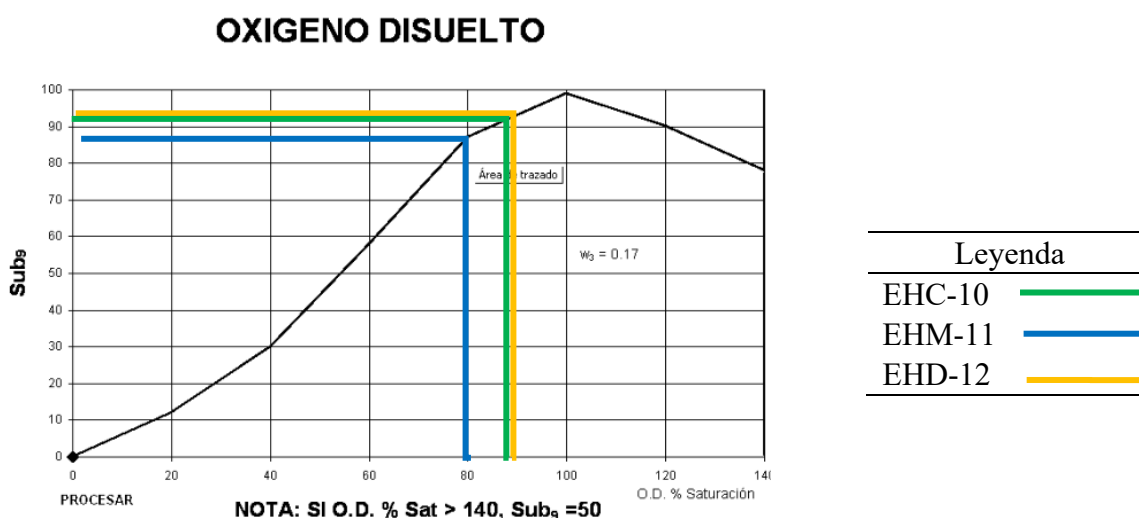
**Tabla 80**

*Sub9 para el parámetro Oxígeno Disuelto.*

E.M.	SECAS	Sub9SECAS	LLUVIAS	Sub9LLUVIAS
EHC-10	88%	92.00	101%	98.00
EHM-11	80%	87.00	89%	94.00
EHD-12	89%	94.00	102%	97.00

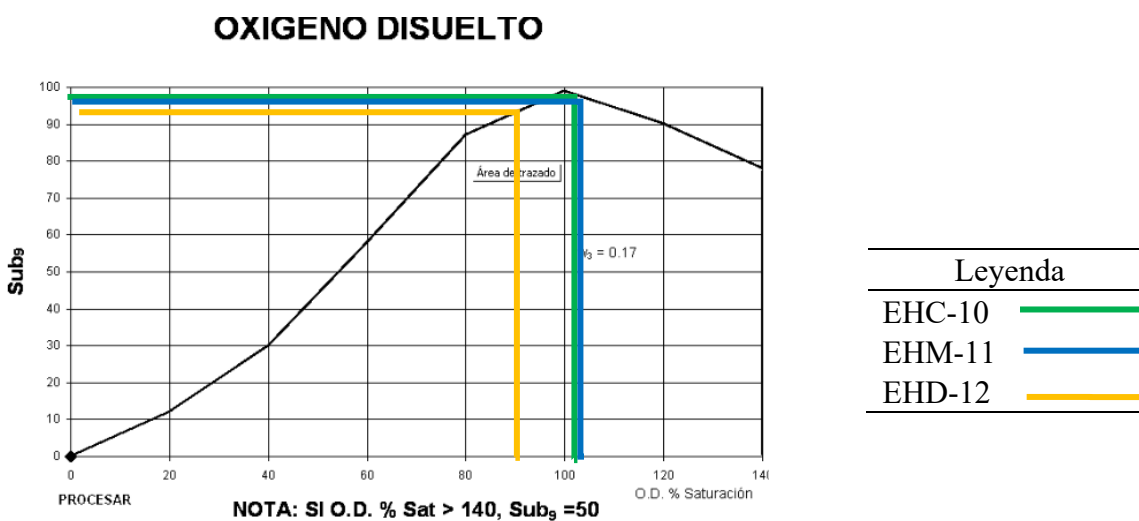
**Figura 103**

*Curva de función para oxígeno disuelto en la época de secas.*



**Figura 104**

*Curva de función para oxígeno disuelto en la época de lluvias.*



## f) Nitratos

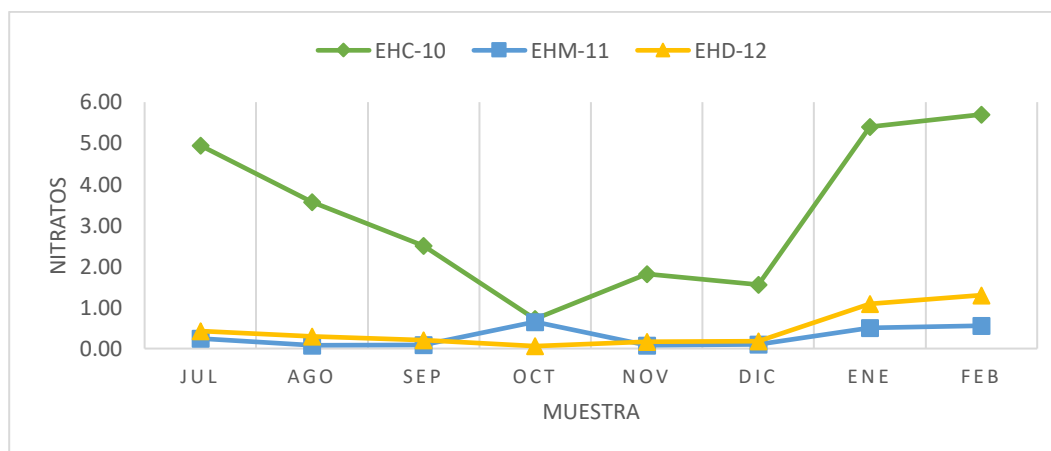
**Tabla 81**

*Valores de nitratos del agua para el tributario Hila Huila.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EHC-10</b>	5.0	3.6	2.5	0.7	1.8	1.6	5.4	5.7	3.3
<b>EHM-11</b>	0.3	0.1	0.1	0.7	0.1	0.1	0.5	0.6	0.3
<b>EHD-12</b>	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	1.1	1.3	0.5
Promedio del tributario									1.3

**Figura 105**

*Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Huila HUila.*



En la figura 105, se observa la variación de nitratos, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de nitratos es de 5.0 mg/L, en la EHC y la concentración mínima de nitratos es de 0.1 mg/L, en la EHD. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de nitratos es 5.7 mg/L en la EHC y la concentración mínima de nitratos es 0.1 mg/L en la EHM. En general el promedio de nitratos es 0.4 mg/L en toda la temporada de muestreo, Presenta altos valores de nitratos debido al ingreso de bastante materia fecal y fitosanitarios proveniente de la agricultura circundante a este tributario.

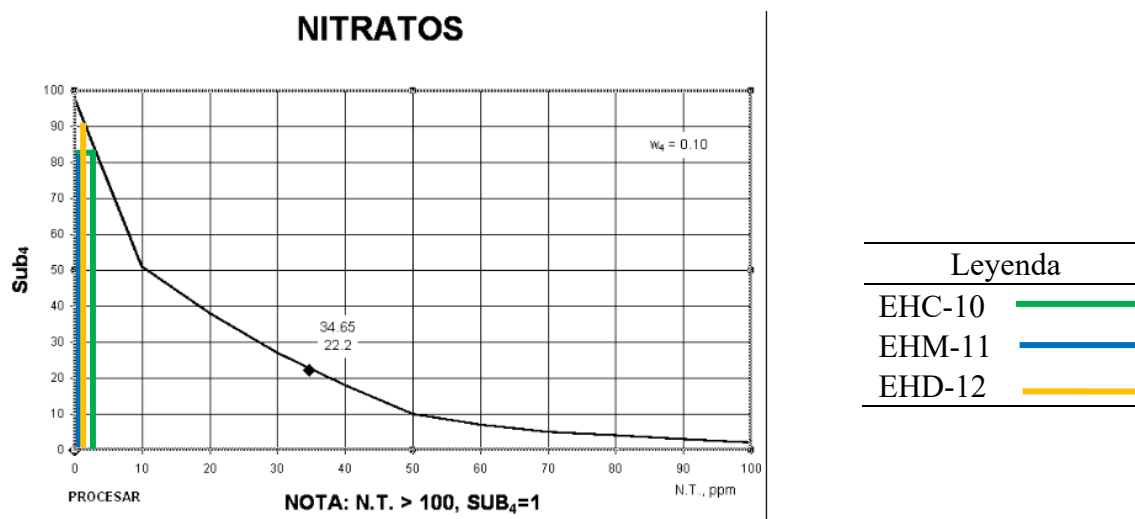
**Tabla 82**

*Sub4 para el parámetro nitratos.*

E.M.	SECAS	Sub4SECAS	LLUVIAS	Sub4LLUVIAS
EHC-10	2.9	83.50	3.6	80.00
EHM-11	0.3	96.00	0.3	95.00
EHD-12	0.2	96.00	0.7	94.00

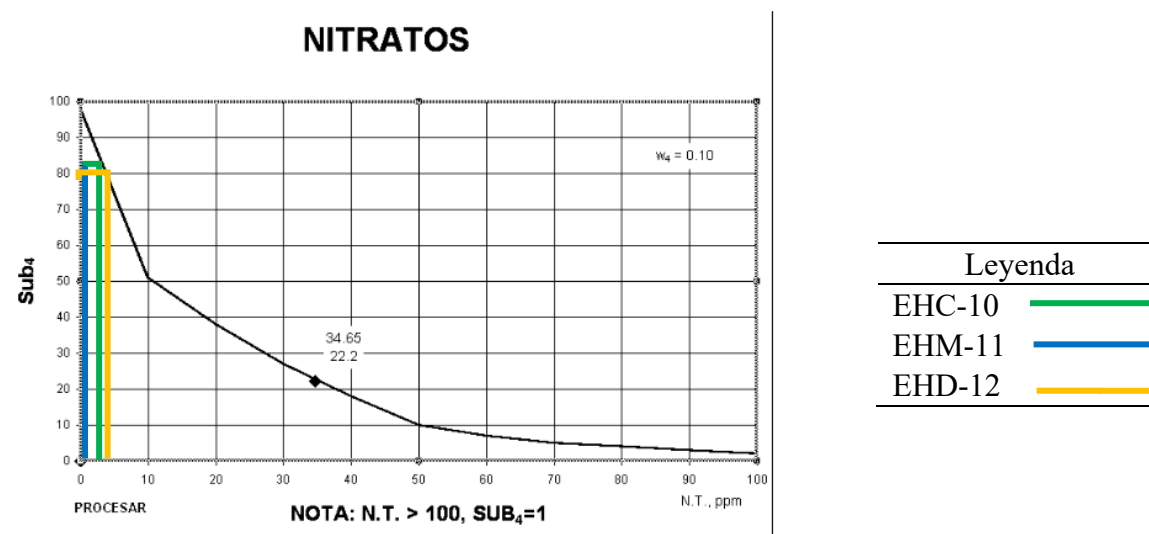
**Figura 106**

*Curva de función de nitratos para la época de secas.*



**Figura 107**

*Curva de función de nitratos para la época de lluvias.*



## g) Fosfatos

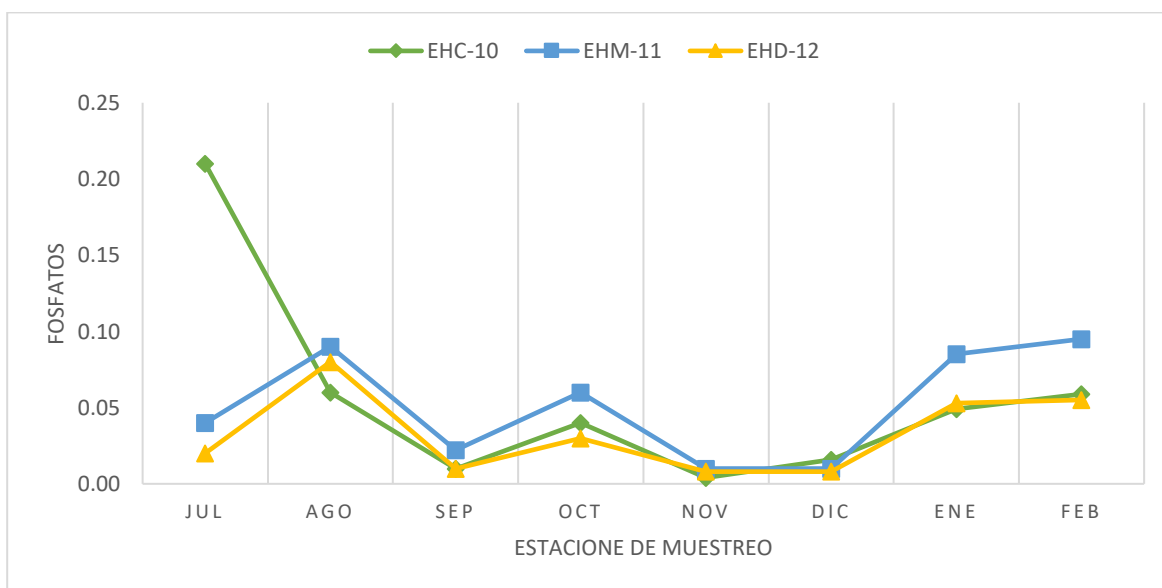
**Tabla 83**

*Valores de fosfatos del agua para el tributario Huila- Huila.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EHC-10</b>	0.21	0.06	0.01	0.04	0.00	0.02	0.05	0.06	0.06
<b>EHM-11</b>	0.04	0.09	0.02	0.06	0.01	0.01	0.09	0.10	0.05
<b>EHD-12</b>	0.02	0.08	0.01	0.03	0.01	0.01	0.05	0.06	0.03
Promedio del tributario									0.05

**Figura 108**

*Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila..*



En la figura 108, se observa la variación de fosfatos, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de fosfatos es de 0.21 mg/L, en diferentes meses de muestreo y estaciones y la concentración mínima de fosfatos es de 0.01 mg/L. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de fosfatos es 0.10 mg/L en diferentes estaciones de muestreo del tributario y los mínimos valores de concentración de fosfatos es 0.0 mg/L en la EHM. En general el promedio de la concentración de fosfatos fue 0.05mg/L en toda la temporada de muestreo.

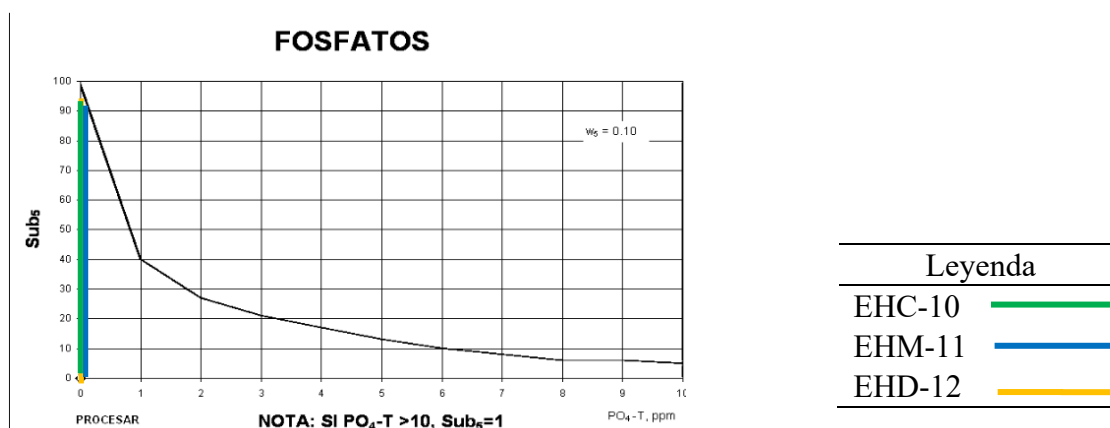
**Tabla 84**

*Sub5 para el parámetro fosfatos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>5</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>5</sub> LLUVIAS
EHC-10	0.08	92.50	0.03	95.00
EHM-11	0.05	93.50	0.05	93.50
EHD-12	0.04	94.00	0.03	95.00

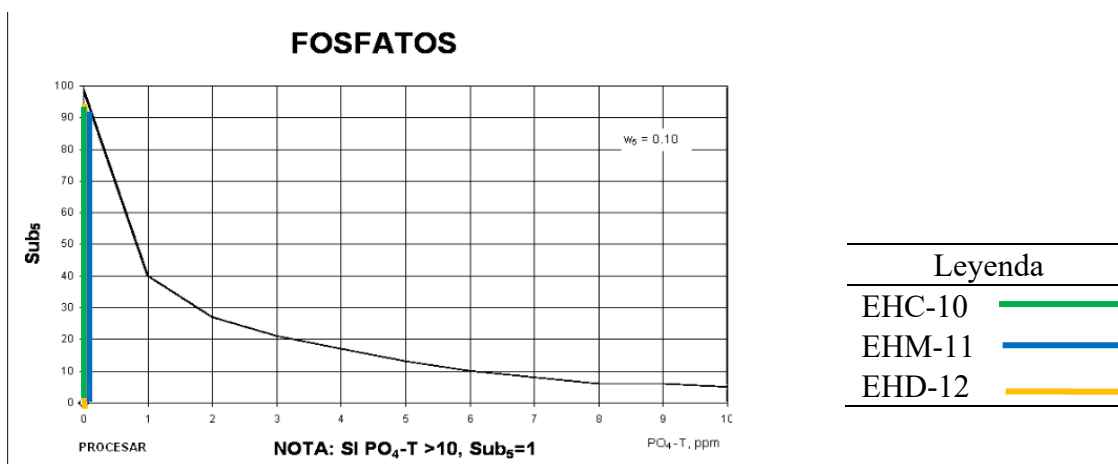
**Figura 109**

*Curva de función de los fosfatos para la época de secas.*



**Figura 20**

*Curva de función de los fosfatos para la época de lluvias.*



## h) Coliformes

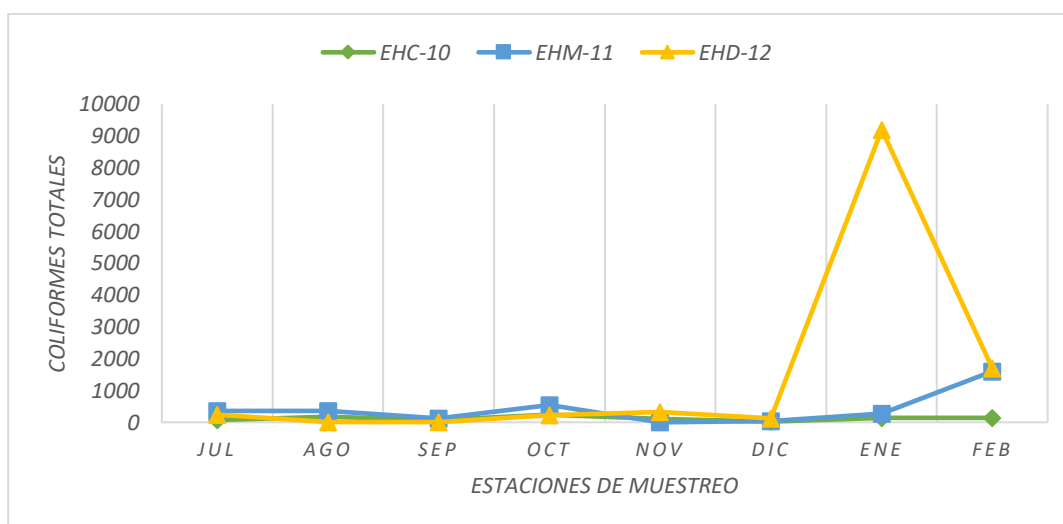
**Tabla 85**

*Valores de coliformes fecales del agua para el tributario Huila Huila.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
<b>EHC-10</b>	70	170	79	240	110	23	140	140	122
<b>EHM-11</b>	350	350	130	540	0	46	280	1600	412
<b>EHD-12</b>	240	8	11	220	330	130	9200	1700	1480
Promedio del tributario									671 NMP/ 100 ml

**Figura 111**

*Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Huila Huila..*



En la figura 111, se observa la variación de *Coliformes*, para la época de secas de julio a octubre, la máxima concentración de *Coliformes* es de 540 NMP, en la EHM en el mes de octubre y la mínima concentración de *Coliformes* es 8 NMP/100ml en la EHM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la máxima concentración de *Coliformes* es de 9200 NMP/100ml en la EHD, el cual se debe al arrastre de desechos y descarga de residuos domésticos y la concentración mínima es 0 NMP/100ml en la EHM. En general el promedio de la concentración de *Coliformes* es 671 NMP/100ml en toda la temporada de muestreo.



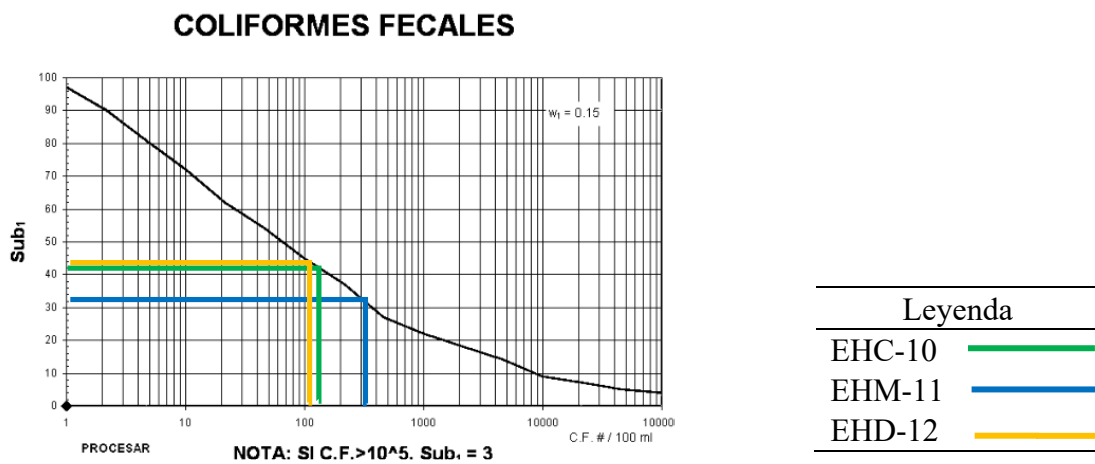
**Tabla 86**

*Sub1 para el parámetro coliformes totales.*

E.M.	SECAS	Sub1SECAS	LLUVIAS	Sub1LLUVIAS
EHC-10	139.75	42	103	45
EHM-11	342.5	31	482	27
EHD-12	119.7	42	2840	17

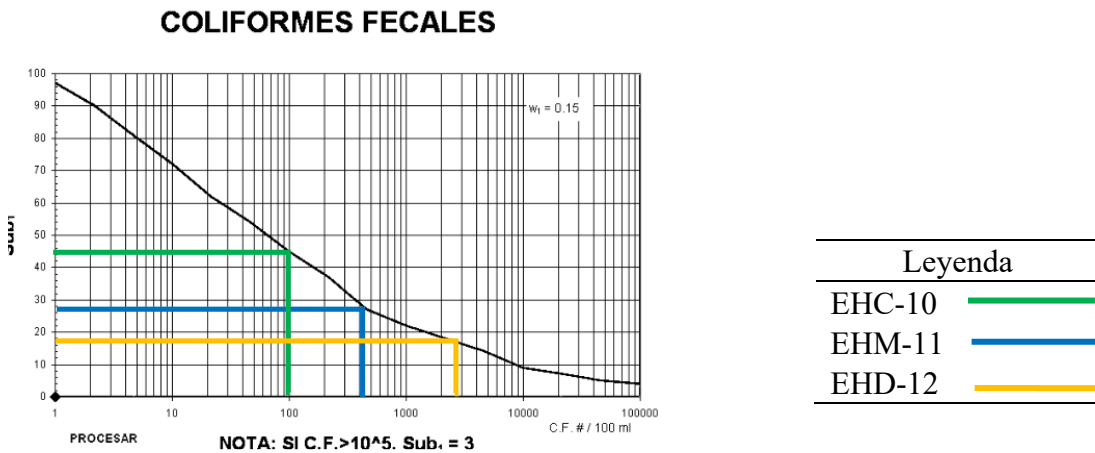
**Figura 112**

*Curva de función de los coliformes termotolerantes en la época de secas.*



**Figura 113**

*Curva de función de los coliformes termotolerantes en la época de lluvias.*



**Tabla 87**

*Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los (ECA) del tributario Huila – Huila.*

Parámetro	CATEGORIZACIÓN ICA						CATEGORIA DE ECA 3				
	ÉPOCA DE SECAS			ÉPOCA DE LLUVIA			RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES				
	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EHC-10	EHM-11	EHD-12	PARAMETRO	unidad	Valor ECA-3	Promedio de valores fisico-químicos	
Temperatura	8.4	9	8.8	10.5	9.9	10.5	Temperatura	°C	Δ 3	14	
Turbidez	8.9	7.9	8.5	9	7.7	7.8					
PH	9.7	10.6	9.7	11.5	10.6	10.5	Potencial de hidrogeniones	unidad de pH.	5,5 – 9,0	7.9	
Solidos totales disueltos	5.7	5	4.9	4.4	4.7	4.6					
Nitratos	9.5	10.9	10.9	9.1	10.8	10.7	Nitratos	mg/L	100	1.34	
Fosfatos	10.5	10.6	10.7	10.8	10.6	10.8					
Oxígeno Disuelto	9.2	9.2	8.3	16.4	18	17.3	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 4 - ≥ 5	7.9	
<i>Coliformes</i>	7.3	5.4	7.3	7.8	4.7	3	<i>Coliformes termotolerantes</i>	NMP/100ml	1000-2000	671.1	
ICA	69.2	68.6	69	79	77	75	Color	Pt/Co	100 (a)	36.1	
	Regular	Regular	Regular	Buena	Buena	Buena	Sulfatos	mg/L	1000	56.1	
							Conductividad	(μS/cm)	2500	431.1	

#### 4.4.5 Análisis fisicoquímicos del agua del tributario Maychu

##### a) Temperatura

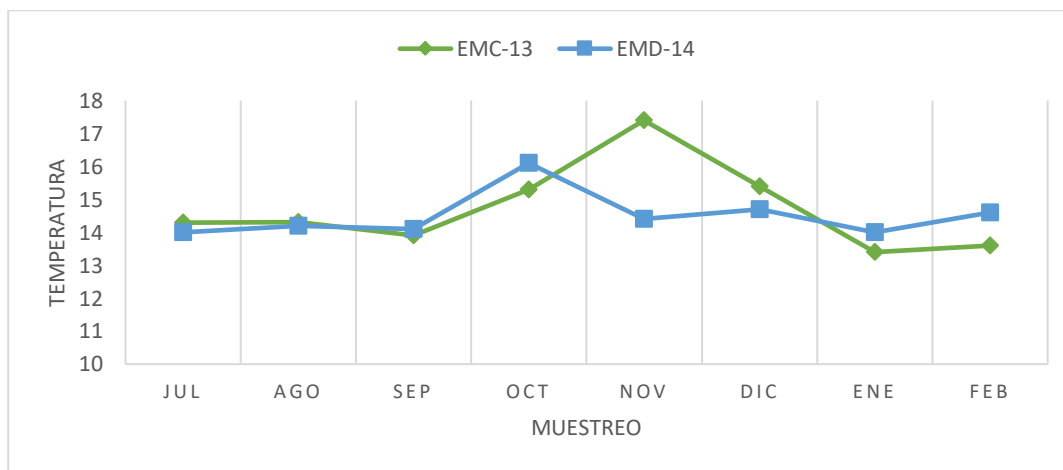
**Tabla 88**

*Valores de temperatura para el tributario Maychu.*

Punto de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	14.3	14.31	13.9	15.3	17.4	15.4	13.4	13.6	14.7
EMD-14	14	14.2	14.1	16.1	14.4	14.7	14	14.6	14.5
Promedio del tributario									<b>14.6 °C</b>

**Figura 114**

*Variación de la temperatura en cada estación de muestreo del tributario Maychu.*



En la figura 114, se observa la variación de temperatura del agua, para la época de secas de julio a octubre, la temperatura máxima es 15.3°C en la EMC y la temperatura mínima de 14° C en la EMD, a comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la temperatura máxima es 17.4°C EMD y la temperatura mínima de 14°C en la EMD. En general el promedio de la temperatura es 14.6°C. en toda la temporada de muestreo.

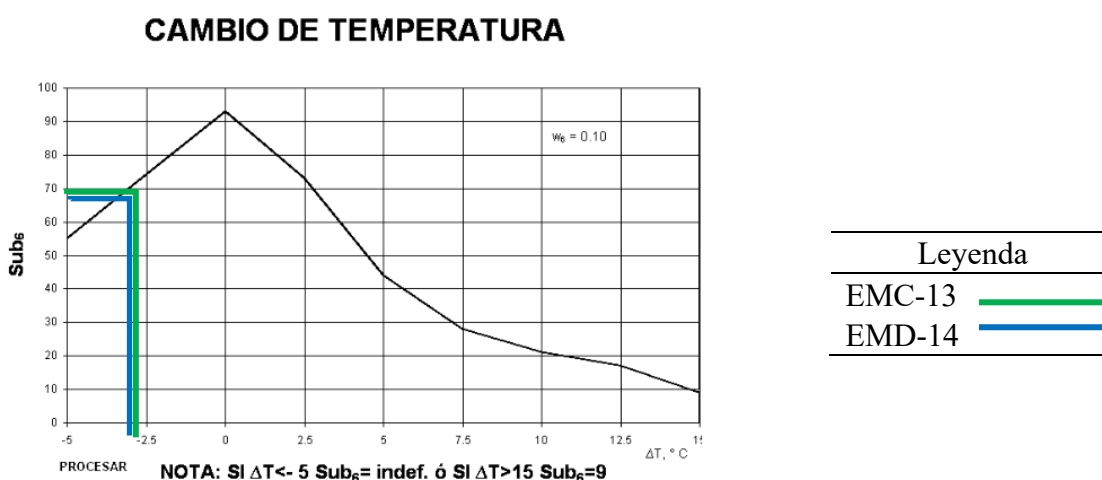
**Tabla 115**

*Sub6 para el parámetro de temperatura época de secas.*

Diferencia de T° ambiente - T° muestra				
ESTACION	SECAS	Sub6SECAS	LLUVIA	Sub6LLUVIA
EMC-13	-2.7775	72	-0.4625	89
EMD-14	-2.925	71	0.0625	92

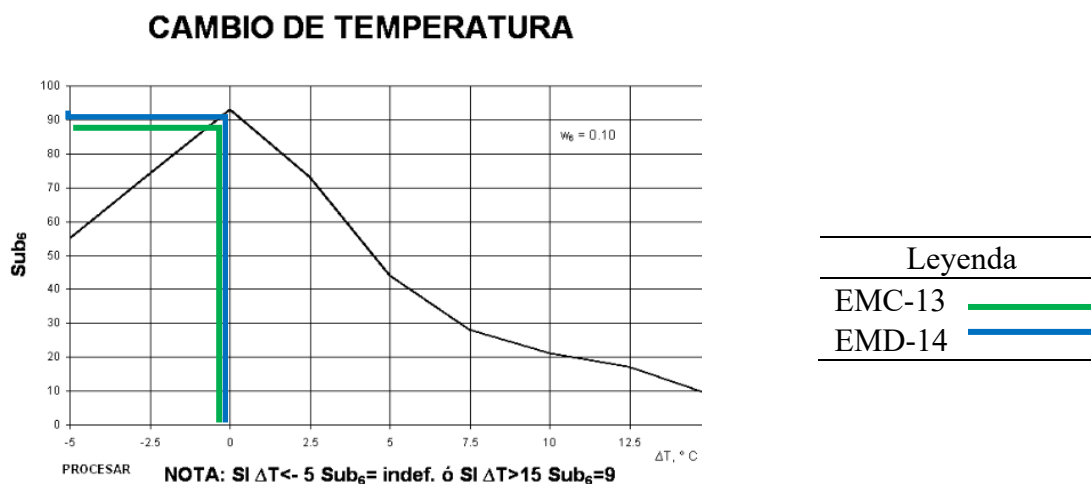
**Figura 115**

*Curva de función de la temperatura en la época de secas.*



**Figura 116**

*Curva de función de la temperatura en la época de lluvias.*



## b) Turbidez

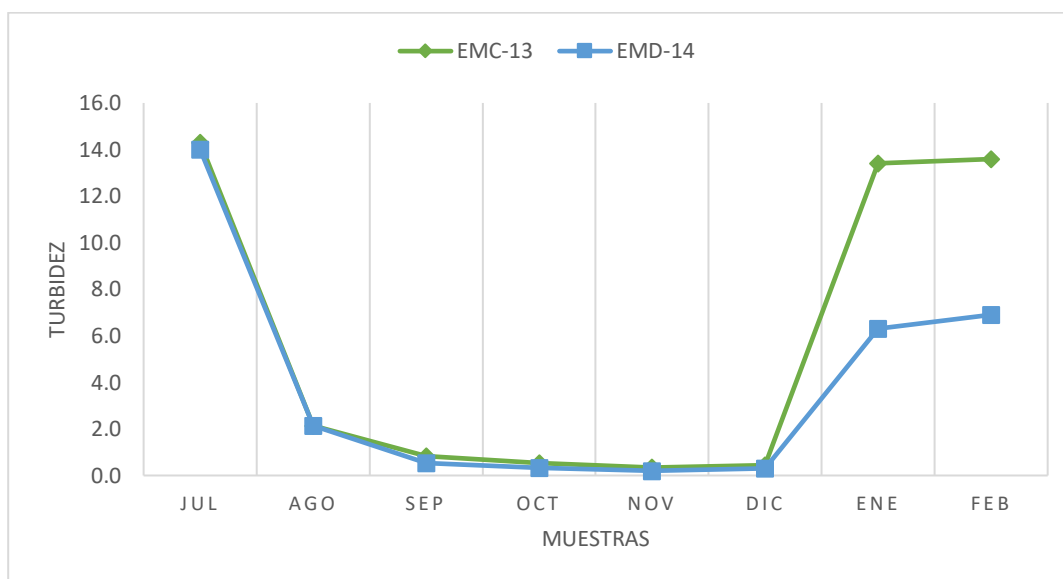
**Tabla 89**

*Valores de turbidez para el tributario Maychu.*

Estaciones de muestro	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	14.3	2.1	0.8	0.5	0.3	0.4	13.4	13.6	5.7
EMD-14	14.0	2.1	0.5	0.3	0.2	0.3	6.3	6.9	3.8
Promedio del tributario									<b>4.8 NTU</b>

**Figura 117**

*Variación de turbidez en cada estación de muestreo del tributario Maychu*



En la figura 117, se observa la variación de turbidez del agua, para la época de secas de julio a octubre, la turbidez máxima es 14.3 NTU en la EMD y la turbidez mínima de 0.3 NTU en la EMD, a comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la turbidez máxima es 13.6 en la EMD y la turbidez mínima de 0.2 NTU en la EMD. En general el promedio de la turbidez es 4.8 NTU en toda la temporada de muestreo.

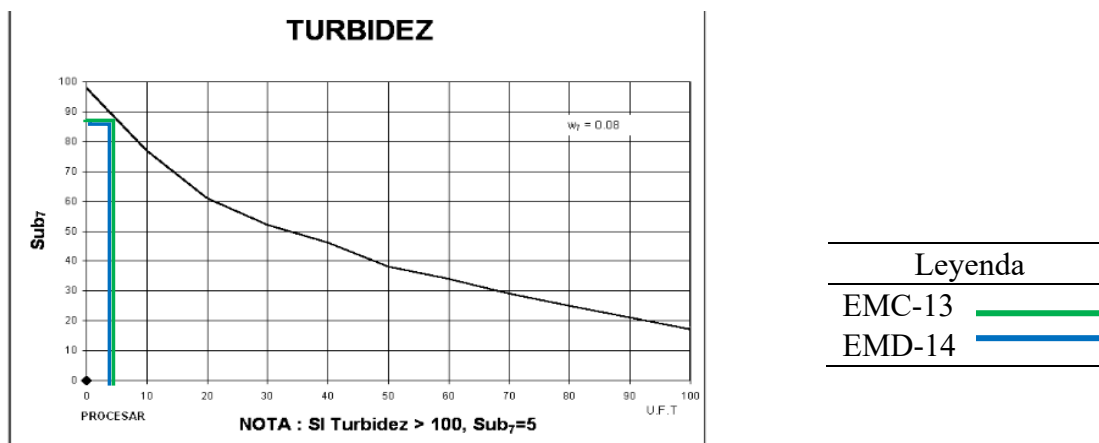
**Tabla 90**

*Sub7 para el parámetro de turbidez época de secas.*

Estaciones de muestro	SECAS	Sub7SECAS	LLUVIAS	Sub7LLUVIAS
EMC-13	4.4	88.0	6.9	81.0
EMD-14	4.3	87.0	3.4	91.0

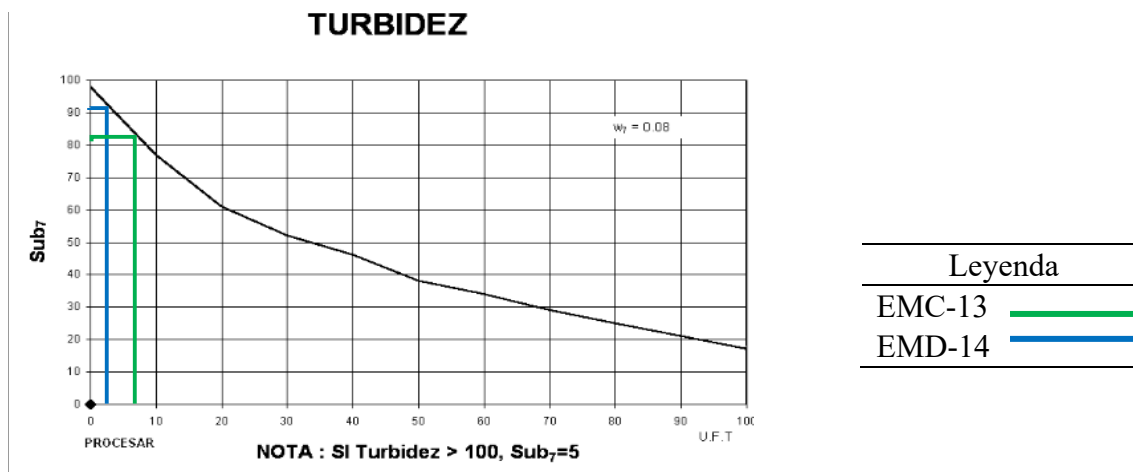
**Figura 118**

*Curva de función para la turbidez en la época de secas.*



**Figura 119**

*Curva de función para la turbidez en la época de lluvias.*



c) pH.

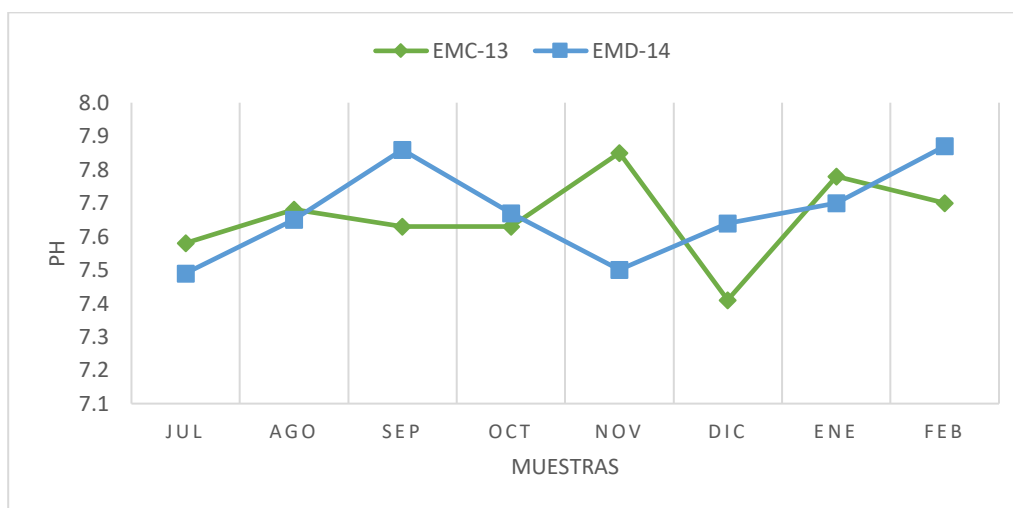
**Tabla 91**

*Valores de turbidez para el tributario Maychu.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	7.6	7.7	7.6	7.6	7.9	7.4	7.8	7.7	7.7
EMD-14	7.5	7.7	7.9	7.7	7.5	7.6	7.7	7.9	7.7
Promedio del tributario									7.7

**Figura 120**

*Variación de pH en cada estación de muestreo del tributario Maychu.*



En la figura 120, se observa la variación de pH, en la época de secas de julio a octubre, el pH máximo es 7.9 en la estación de EMC y el pH mínimo es de 7.1, en la EMC a comparación con la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la pH máximo es 7.4 en la EMM y la pH mínimo es de EMD. No habiendo diferencias significativas en ambas temporadas, más que solo en la estación de muestreo. En general el promedio de la pH es 7.7 en toda la temporada de muestreo.

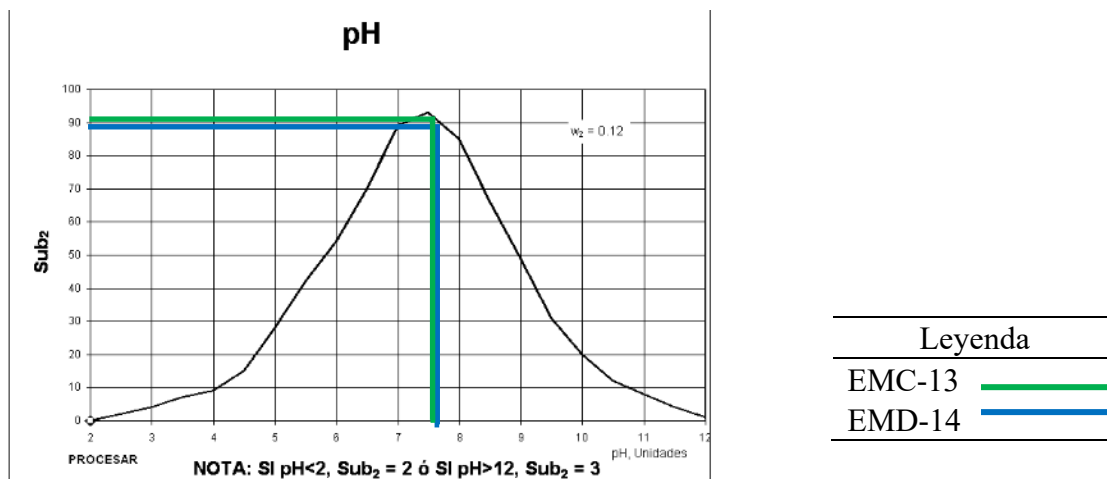
**Tabla 92**

*Sub4 para el parámetro pH.*

E.M	SECAS	Sub <sub>2</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>2</sub> LLUVIAS
EMC-13	7.6	91.0	7.7	89.0
EMD-14	7.7	89.0	7.7	89.0

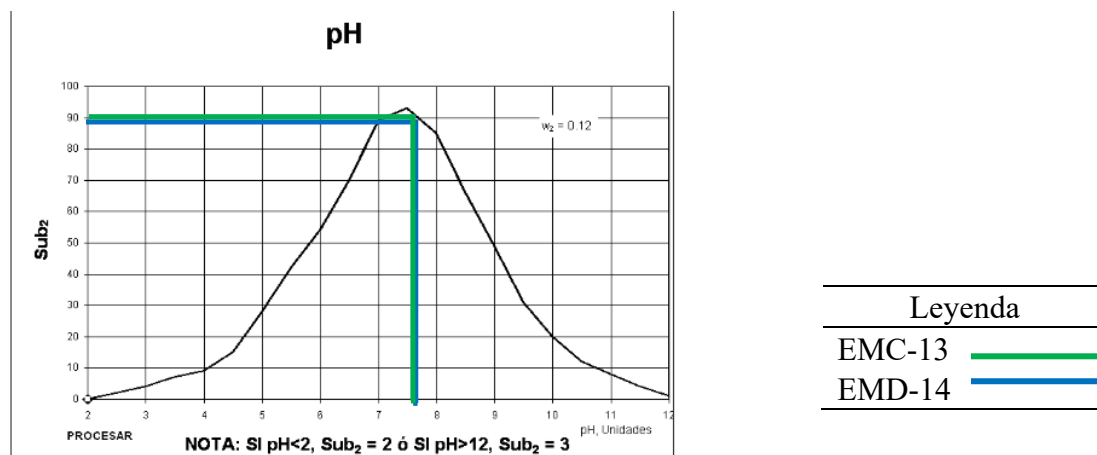
**Figura 121**

*Curva de función para el pH en la época de secas.*



**Figura 122**

*Curva de función para el pH en la época de lluvias.*





## D)Sólidos totales Disueltos

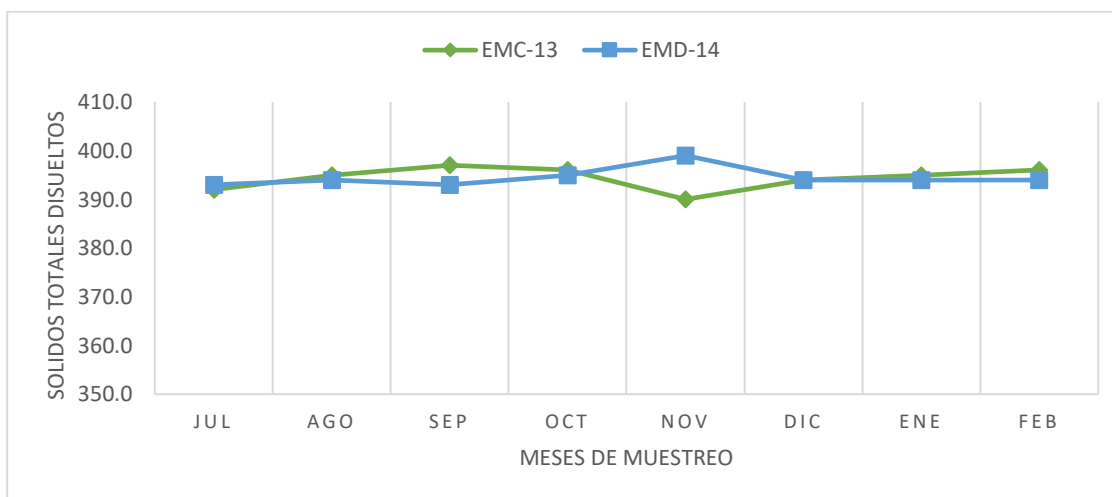
**Tabla 93**

*Valores de sólidos totales del agua para el tributario Maychu.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	392	395	397	396	390	394	395	396	394.4
EMD-14	393	394	393	395	399	394	394	394	394.5
Promedio del tributario									394

**Figura 123**

*Variación de sólidos Totales Disueltos en cada estación de muestreo del tributario Maychu.*



En la figura 123, se observa la variación de Sólidos Totales Disueltos en el agua, para la época de secas de julio a octubre, los Sólidos Totales Disueltos máximo es de 395 mg/L, en la EMD y los Sólidos Totales Disueltos mínimo es de 392 mg/L, en la EMC. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, los Sólidos Totales Disueltos máximos es 399 mg/L en la EMC y los Sólidos Totales Disueltos mínimos es de 394 mg/L en la EMD. En general el promedio de los Sólidos Totales Disueltos es 394, en toda la temporada de muestreo.

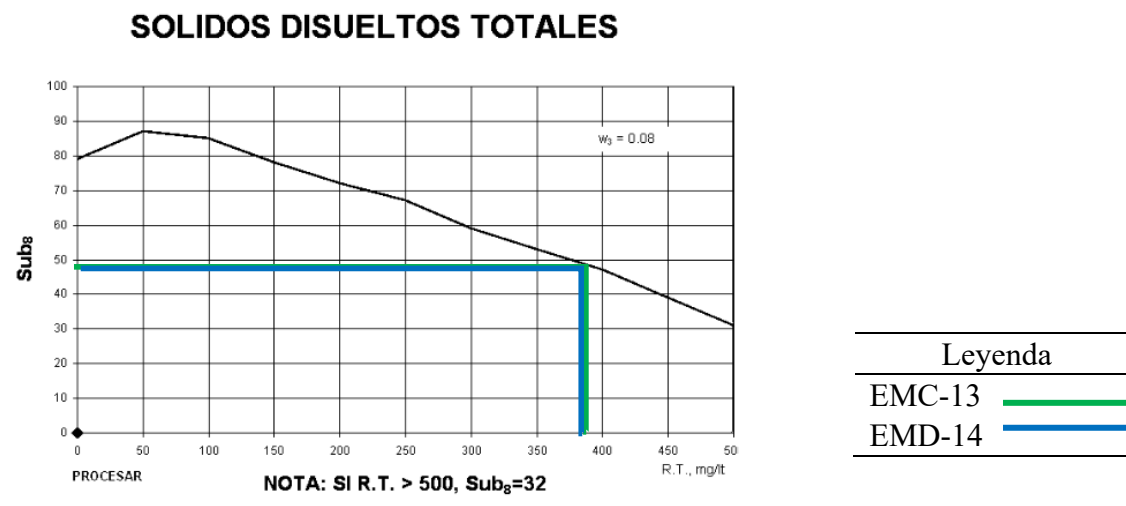
**Tabla 94**

*Sub8 para el parámetro solidos totales.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>8</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>8</sub> LLUVIAS
EMC-13	395	48	394	48
EMD-14	394	48	395	49

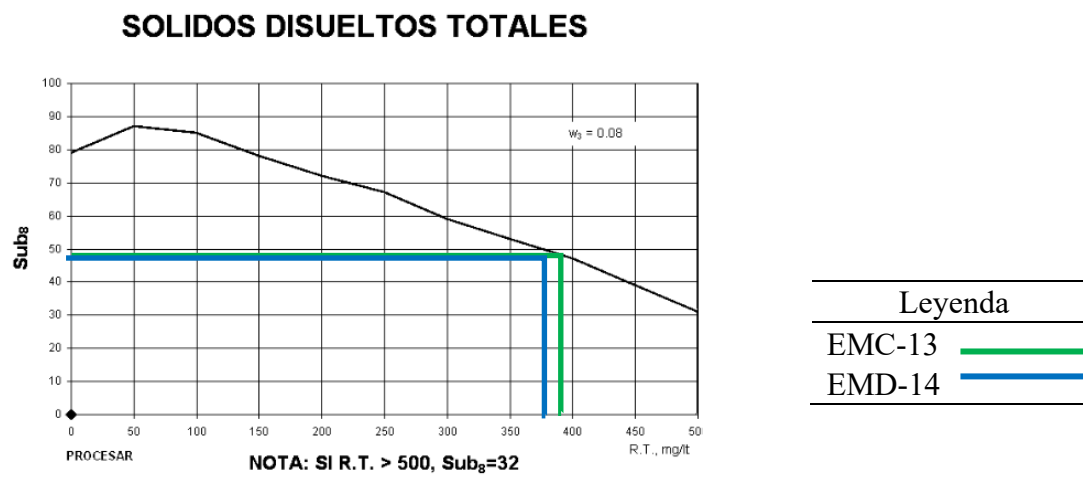
**Figura 124**

*Curva de función para los sólidos totales disueltos en la época de secas.*



**Figura 125**

*Curva de función para los sólidos totales disueltos en la época de lluvias.*



## e) Oxígeno disuelto

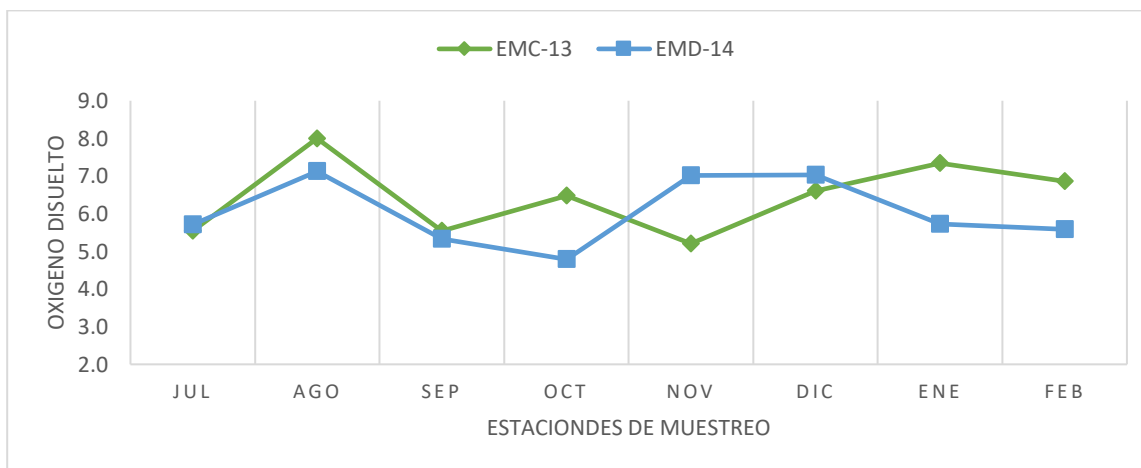
**Tabla 95**

*Valores de solidos totales del agua para el tributario Maychu.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio	Altitud	Factor de Corrección
EMC-13	5.5	8.0	5.5	6.5	5.2	6.6	7.3	6.9	6.45	3770	0.64
EMD-14	5.7	7.1	5.3	4.8	7.0	7.0	5.7	5.6	6.04	3691	0.65
Promedio del tributario											6.2 mg/l

**Figura 126**

*Variación de oxígeno disuelto en cada estación de muestreo del tributario Maychu*



En la figura 126, se observa la variación de oxígeno disuelto, para la época de secas de julio a octubre, el Oxígeno Disueltos máximo es de 8.0 mg/L, en la EMD y el Oxígeno Disuelto mínimo es de 4.8 mg/L, en la EMD Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, los Oxigeno Disuelto máximos es 7.0 mg/L en la EMD y el Oxígeno Disuelto mínimos es de 5.2 mg/L en la EMD En general el promedio del Oxígeno Disuelto es 337 en toda la temporada de muestreo.

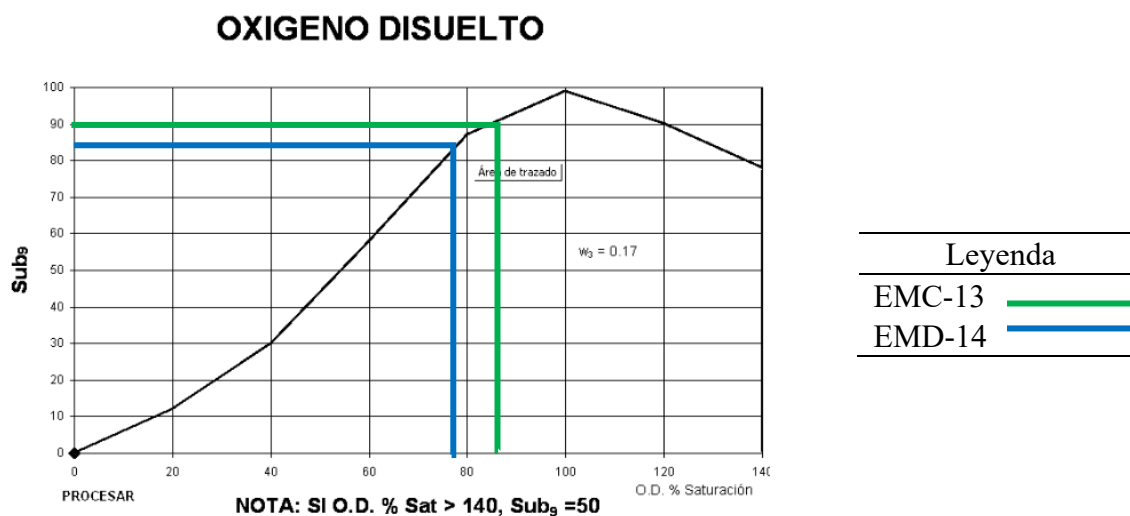
**Tabla 96**

*Sub9 para el parámetro porcentaje de Oxígeno Disuelto.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>9</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>9</sub> LLUVIAS
EMC-13	98%	99.00	100%	100.00
EMD-14	87%	91.00	96%	97.00

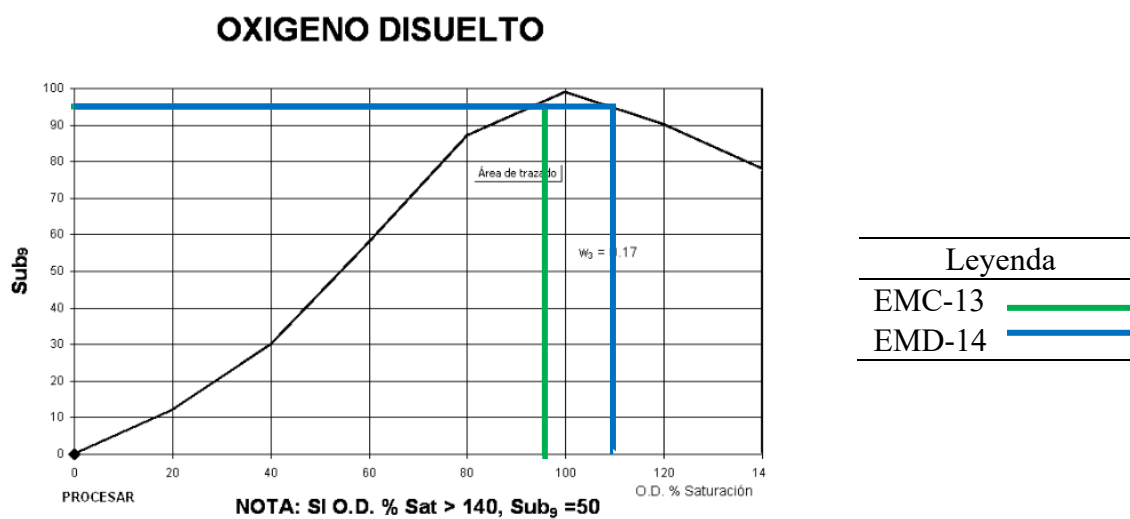
**Figura 127**

*Curva de función para el Oxígeno Disuelto en la época de secas.*



**Figura 128**

*Curva de función para el Oxígeno Disuelto en la época de lluvias.*



## f) Nitratos

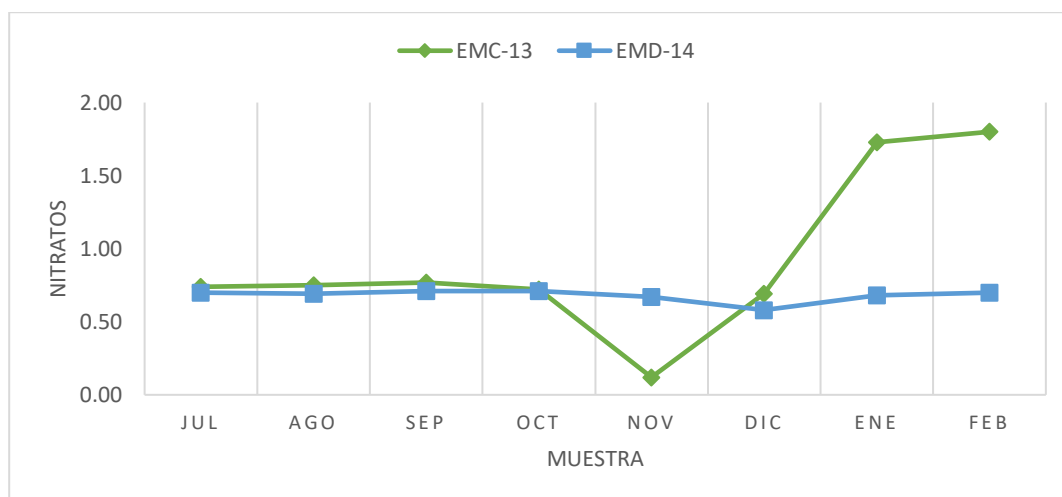
**Tabla 97**

*Valores de nitratos del agua para el tributario Maychu.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	0.7	0.8	0.8	0.7	0.1	0.7	1.7	1.8	0.9
EMD-14	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
Promedio del tributario									0.8 mg/l

**Figura 129**

*Variación de nitratos en cada estación de muestreo del tributario Maychu.*



En la figura 129, se observa la variación de nitratos en el agua, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de nitratos es de 8.2 mg/L, en la EMC y la concentración mínima de nitratos es de 0.1 mg/L, en la EMC. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de nitratos es 1.7 mg/L en la EMC en el mes de enero y febrero y la concentración mínima de nitratos es 0.6 mg/L en la EMD en el mes de noviembre. En general el promedio de nitratos es 0.8 mg/L en toda la temporada de muestreo, esta variación de nitratos se debe a la presencia de actividades agrícolas y ganaderas a orillas del tributario pese a su corto recorrido hacia la laguna.

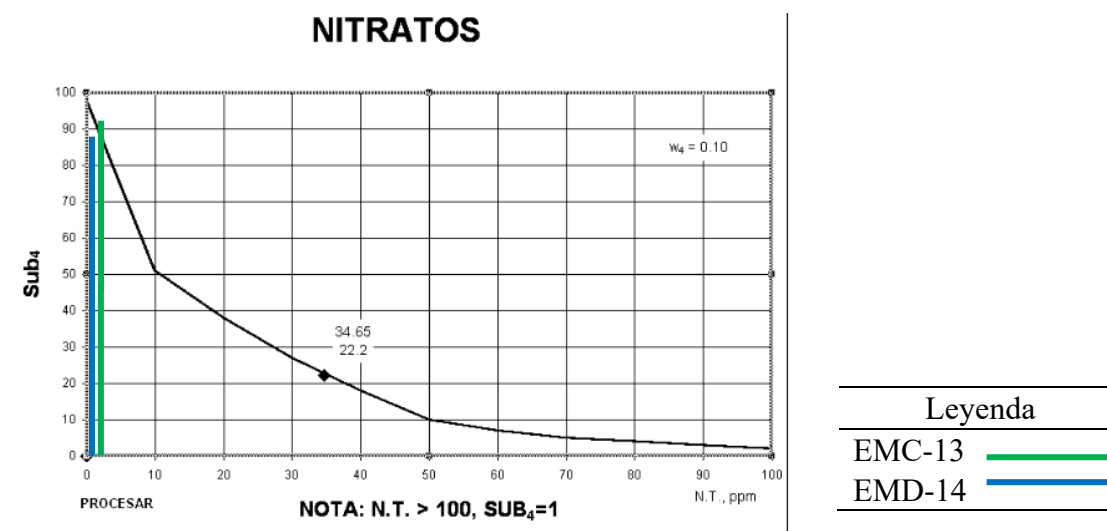
**Tabla 98**

*Sub4 para el parámetro nitratos.*

E.M.	SECAS	Sub4SECAS	LLUVIAS	Sub4LLUVIAS
EMC-13	0.7	94.00	1.1	93.00
EMD-14	0.7	94.00	0.7	94.00

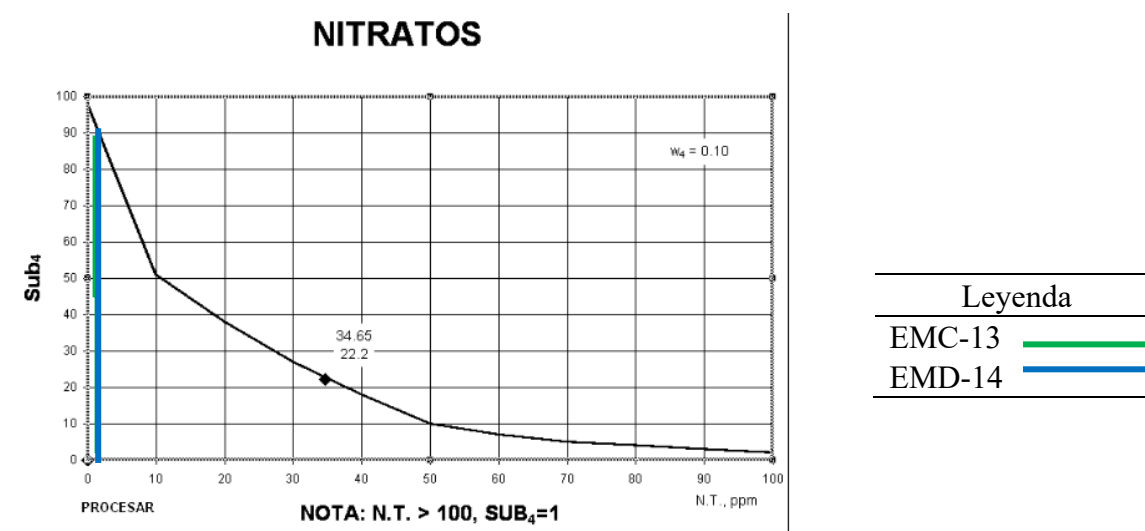
**Figura 130**

*Curva de función para los nitratos en la época de secas.*



**Figura 131**

*Curva de función para los nitratos en la época de lluvias.*



### g) Fosfatos

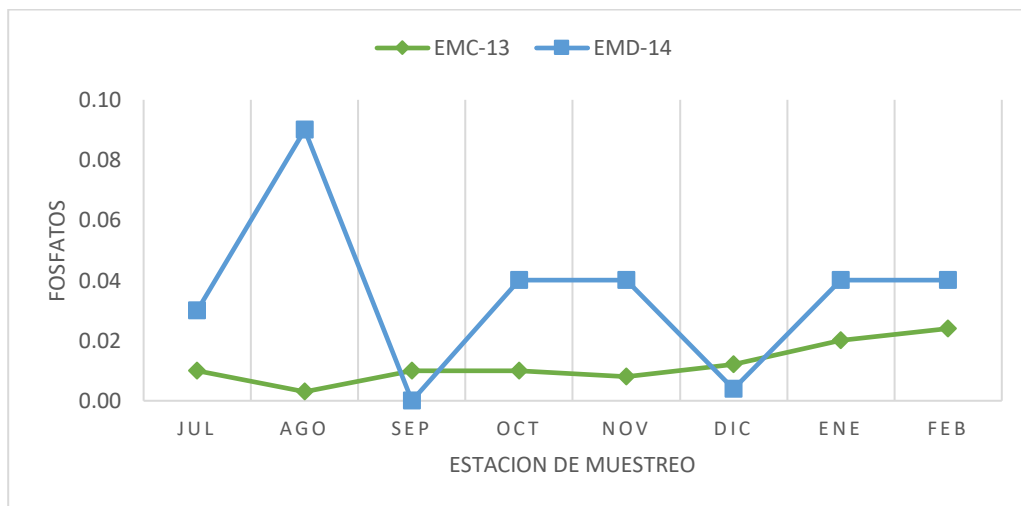
**Tabla 99**

*Valores de nitratos del agua para el tributario Maychu.*

Estación de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
EMD-14	0.03	0.09	0.00	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	0.04
Promedio del tributario									0.02 mg/L

**Figura 132**

*Variación de fosfatos en cada estación de muestreo del tributario Maychu.*



En la figura 132, se observa la variación de fosfatos, para la época de secas de julio a octubre, la concentración máxima de fosfatos es de 0.09 mg/L, en la EMC el cual se debe a las actividades agrícolas como la siembra de pastos, papa, haba, entre otros cultivares y la concentración mínima de fosfatos es de 0.00 mg/L, en la EMD. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la concentración máxima de fosfatos es 0.04 mg/L en la EMC y los mínimos valores de concentración de fosfatos es 0.01mg/L en la EMC. En general el promedio de la concentración de fosfatos es 0.02mg/L en toda la temporada de muestreo.

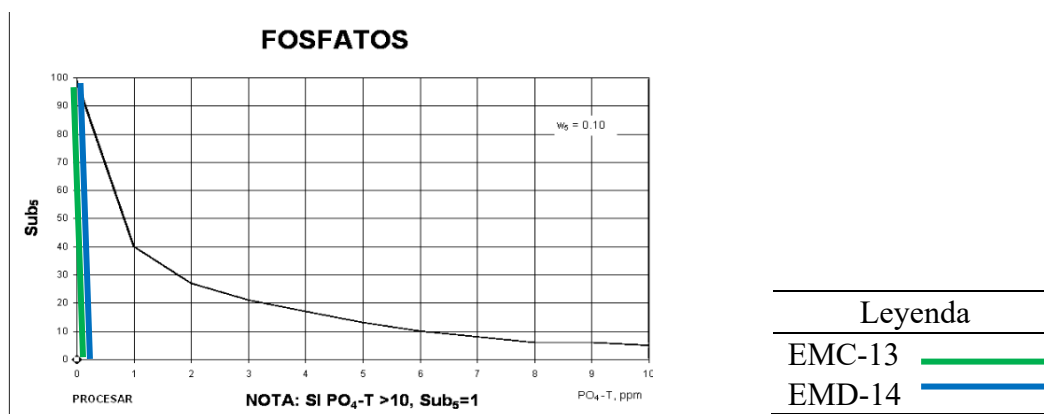
**Tabla 100**

*Sub5 para el parámetro fosfatos.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>5</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>5</sub> LLUVIAS
EMC-13	0.00825	96.5	0.016	96
EMD-14	0.04	94	0.031	95

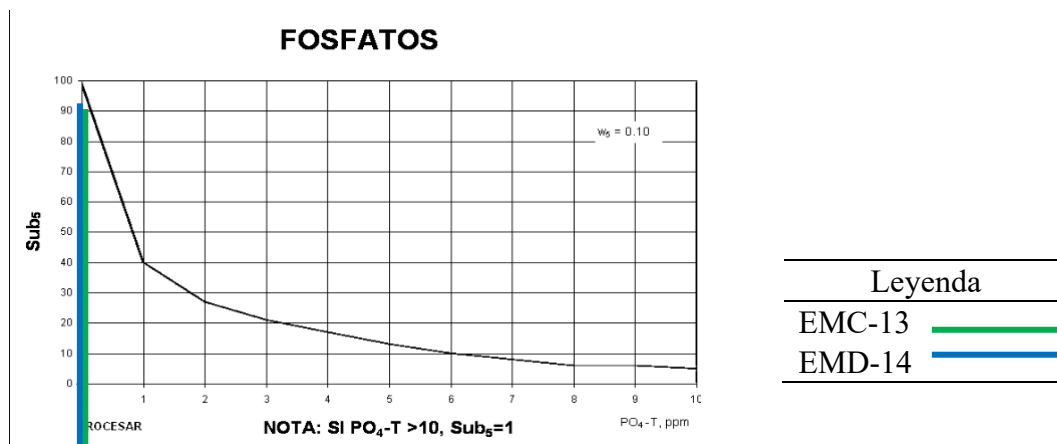
**Figura 133**

*Curva de función para los fosfatos en la época de secas.*



**Figura 134**

*Curva de función para los fosfatos en la época de lluvia.*





## h) Coliformes

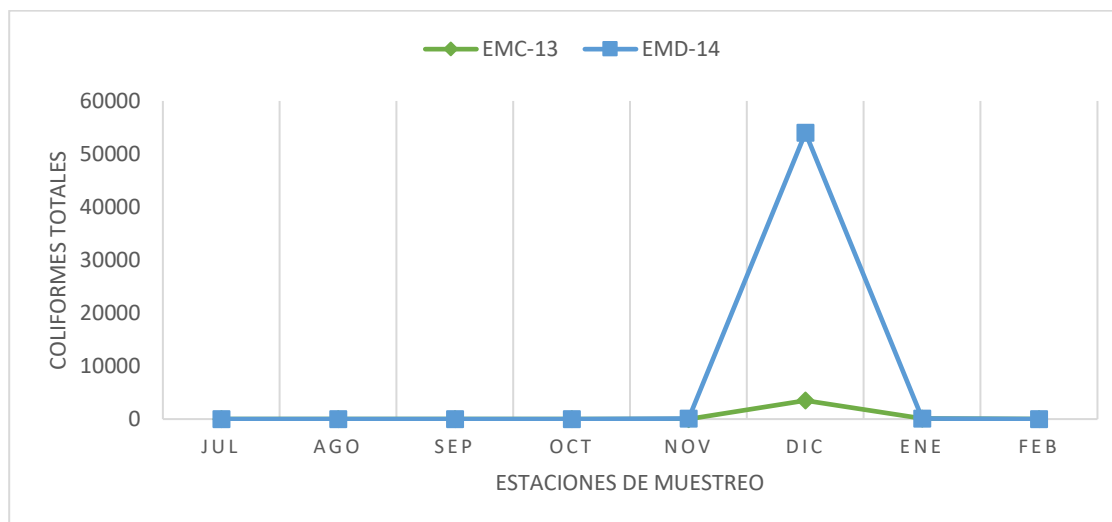
**Tabla 101**

*Valores de coliformes del agua para el tributario Maychu.*

Estaciones de muestreo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Promedio
EMC-13	2	2	4	0	49	3500	110	6.8	459
EMD-14	49	2	4	0	110	540	70	13	6781
Promedio del tributario									<b>3620 NMP/100ml</b>

**Figura 135**

*Variación de Coliformes en cada estación de muestreo del tributario Maychu*



En la figura 135, se observa la variación de *Coliformes* en el agua, para la época de secas de julio a octubre, la máxima concentración de *Coliformes* es de 49 NMP/100ml, en la EMD y la mínima concentración de *Coliformes* es 0 NMP/100ml en la estación de EMM. Así mismo en la época de lluvia que comprende de noviembre a febrero, la máxima concentración de *Coliformes* es de 540 NMP/100ml en la EMD y la concentración mínima es 13 NMP/100ml en la EMD. En general el promedio de la concentración de *Coliformes* es 3620 NMP/100ml en toda la temporada de muestreo.

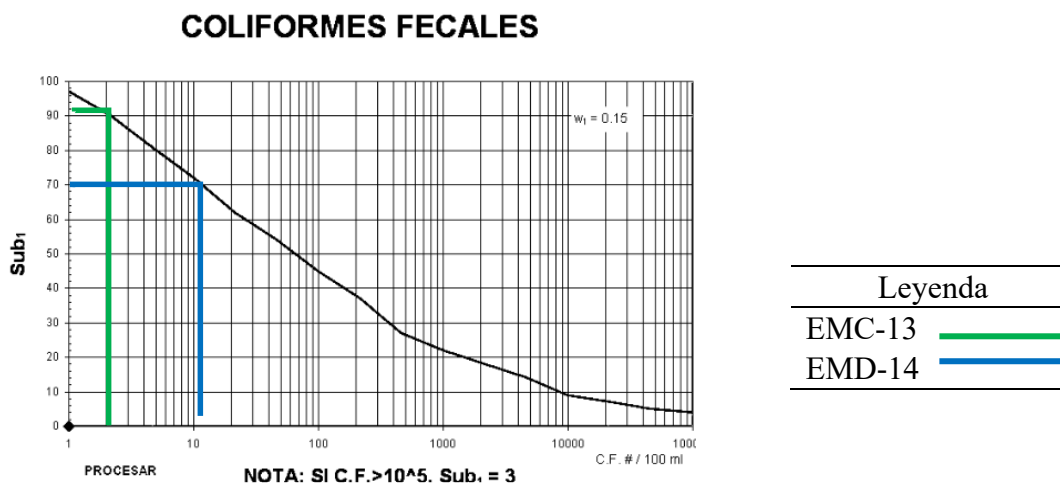
**Tabla 102**

*Sub1 para el parámetro coliformes.*

E.M.	SECAS	Sub <sub>1</sub> SECAS	LLUVIAS	Sub <sub>1</sub> LLUVIAS
EMC-13	2	96	916	24
EMD-14	13.875	68	13548	8

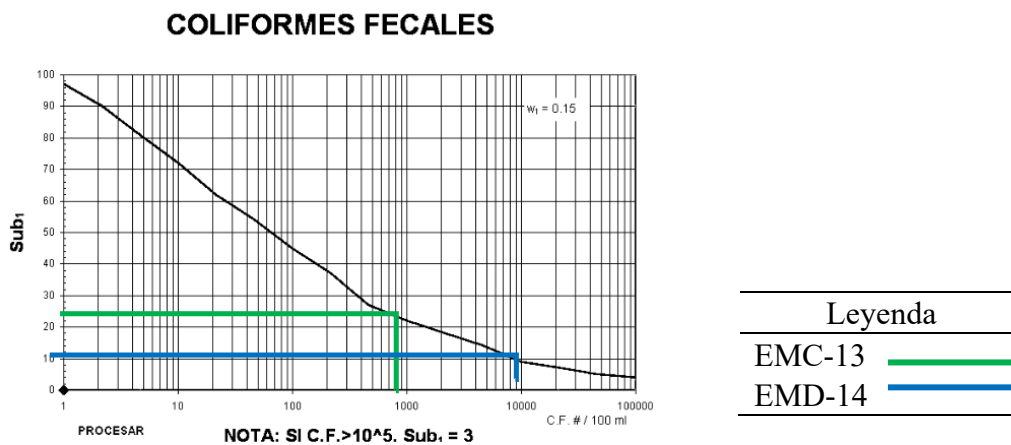
**Figura 136**

*Curva de función para los coliformes de la época de secas.*



**Figura 137**

*Curva de función para los coliformes de la época de lluvias.*



**Tabla 103**

*Clasificación de calidad del agua mediante el (ICA) y los (ECA) del tributario Maychu.*

Parámetro	CATEGORIZACION DE ECA				CATEGORIA DE ECA 3			
	ÉPOCA DE SECAS		EPOCA DE LLUVIA		RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES			
	EMC-13	EMD-14	EMC-13	EMD-14	PARAMETRO	unidad	Valor ECA-3	Promedio de valores físico- químico
Temperatura	8.2	8.1	10.1	10.5	Temperatura	°C	Δ 3	14.6
Turbidez	8.3	8.2	7.6	8.5				
PH	11.3	11	11	11	Potencial De Hidrogeniones	unidad de pH.	6,5 – 8,4	7.7
Solidos totales disueltos	4	4	4	4.1				
Nitratos	10.7	10.7	10.6	10.7	Nitratos	mg/L	100	0.8
Fosfatos	11	10.7	10.9	10.8				
Oxígeno Disuelto	18.2	16.7	18.4	17.8	Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4-≥ 5	7.9
<i>Coliformes</i>	16.7	11.8	4.2	1.4	<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/100m l	1000-2000	3620.1
ICA	88.3	81.1	77	75	Color	Pt/Co	100 (a)	9.5
	Buena	Buena	Buena	Buena	Sulfatos	mg/L	1000	140.8
					Conductividad	(μS/cm)	2500	540.1

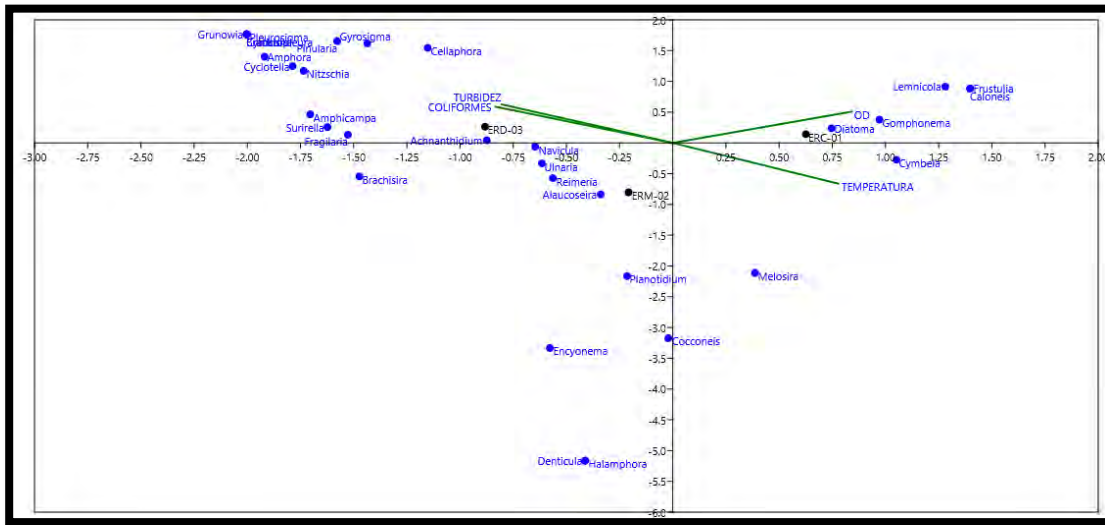
Se evidencio la presencia de ganado vacuno y ovino a orillas del tributario que utilizan el agua directamente para consumo (Tabla103).

#### 4.5. Análisis de Correspondencia canónica. (ACC).

a) RAVILCHACA ÉPOCA DE SECAS:

**Figura 138**

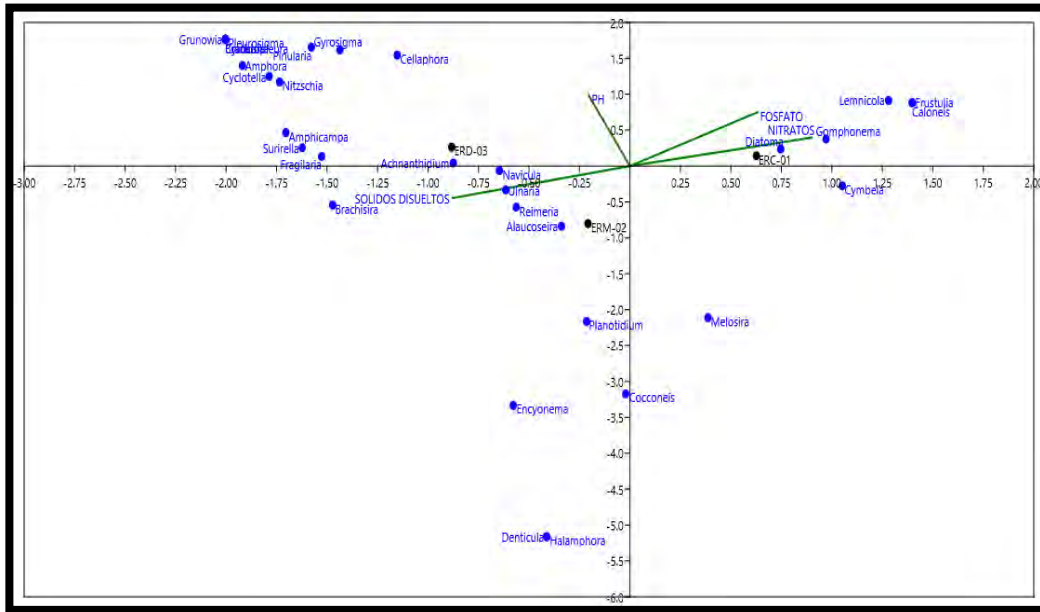
*Análisis de correspondencia canónica muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes, épocas de secas-Ravilchaca.*



La figura 138, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra las diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y *Coliformes* en el tributario de Ravilchaca para la época de secas.

**Figura 139**

El ACC de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas-Ravilchaca.

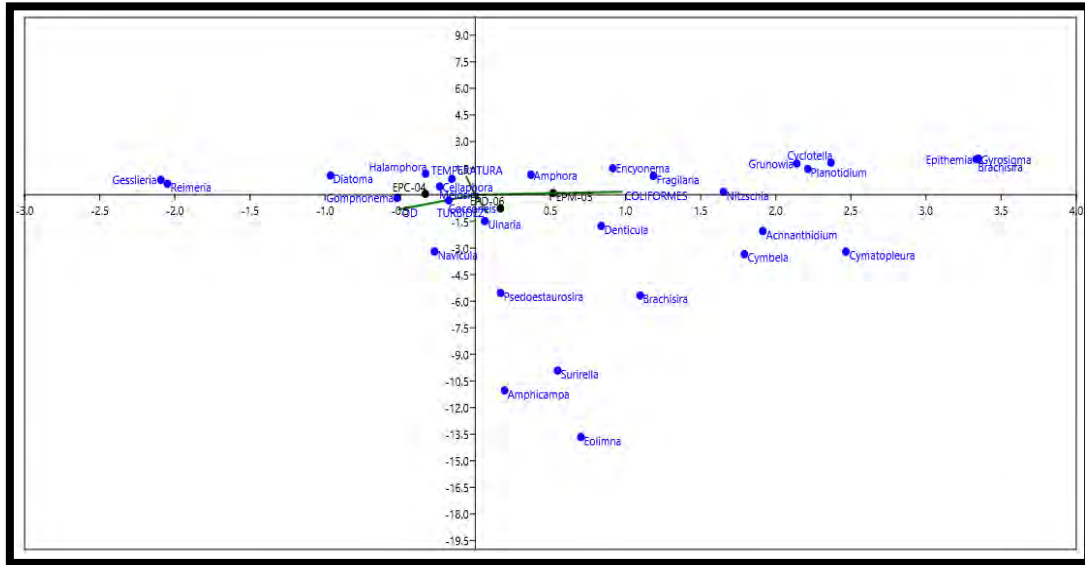


La figura 139, muestra el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) de la presencia de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos (Diatoma), fosfatos, y Solidos Disueltos (*Ulnaria*) en los puntos del tributario de Ravilchaca para la época de secas.

c) PONGOBAMBA CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE SECAS

Figura 140

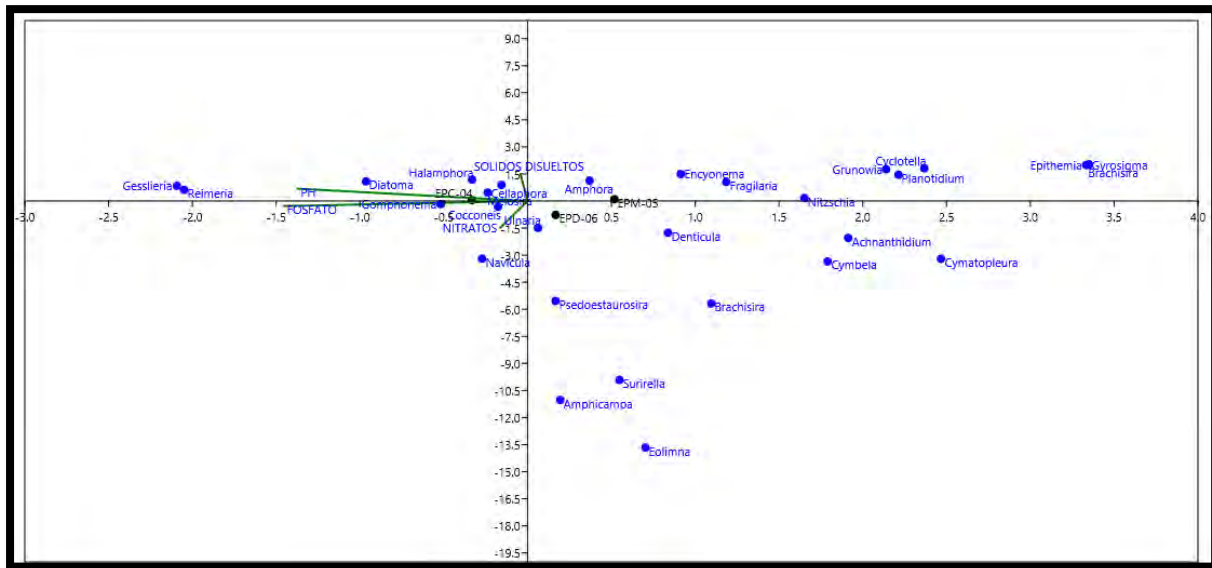
ACC diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes secas-Pongobamba.



La figura 140 muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, Turbidez, OD (*Melosira*), y *Coliformes* en los puntos del tributario de Pongobamba correspondiente a la época de secas.

**Figura 141**

*Análisis de correspondencia canónica) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas Pongobamba.*

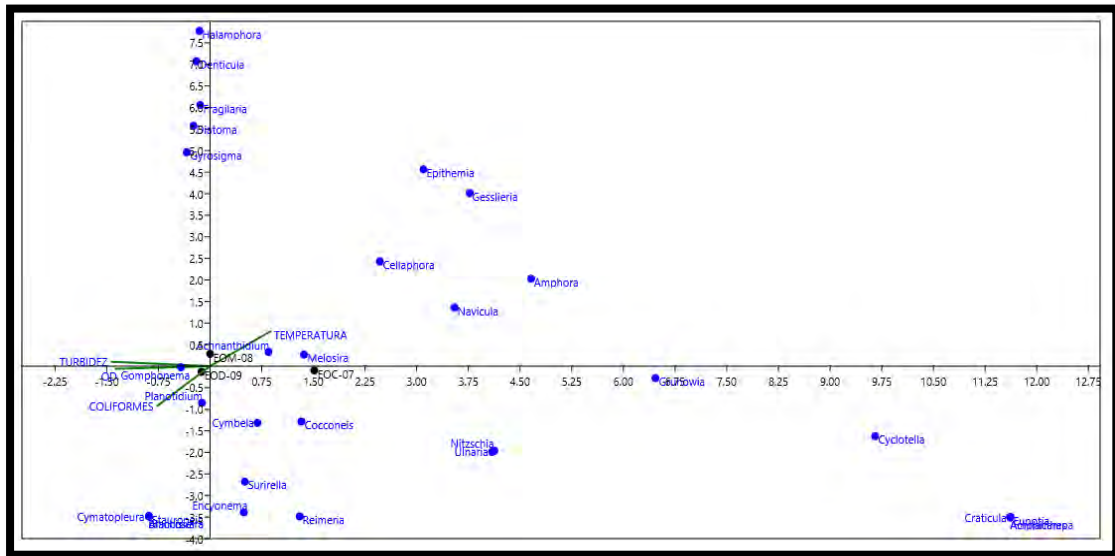


La figura 141, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos (*Gomphonema*), y Solidos Disueltos en los puntos del tributario de Pongobamba correspondiente a la época de secas.

c) OCOTUAN CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE SECAS

**Figura 142**

Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes secas-Pongobamba.

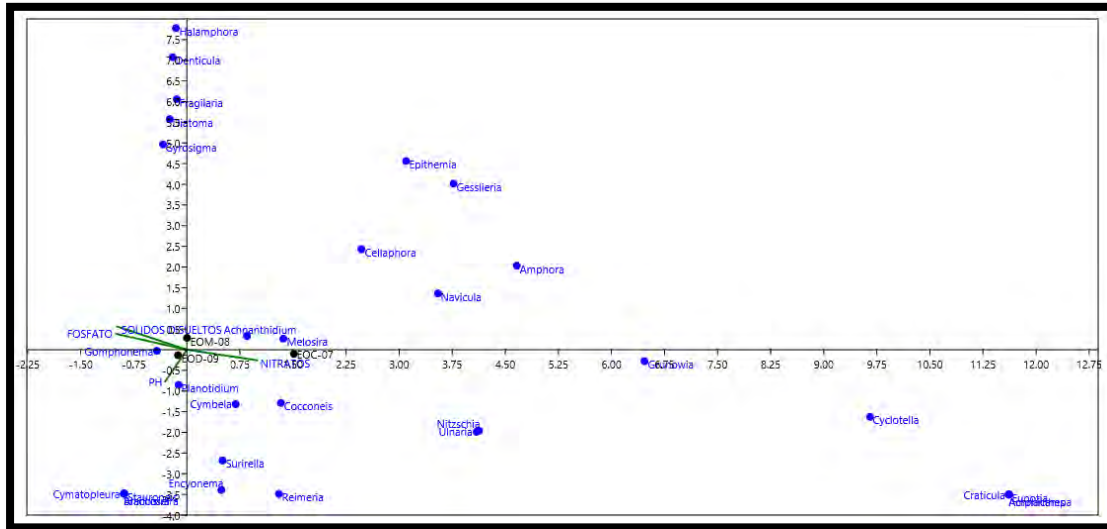


La figura 142, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez (*Gomphonema*), Oxígeno Disuelto (*Gomphonema*), y *Coliformes* en los puntos del tributario de Ocotuan para la época de secas.



**Figura 143**

*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos secas-Pongobamba.*

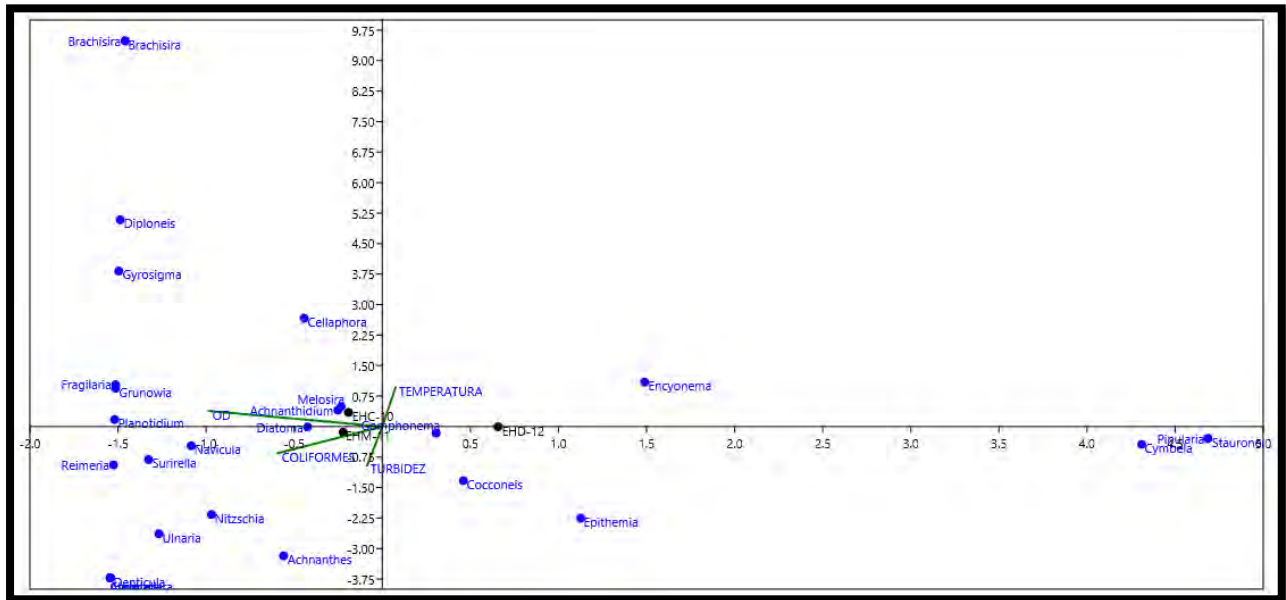


En la figura, 143 se observa el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y Solidos Disueltos en los puntos del tributario de Ocotuan. para la época de secas.

d) HUILA- HUILA CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE SECAS

**Figura 144**

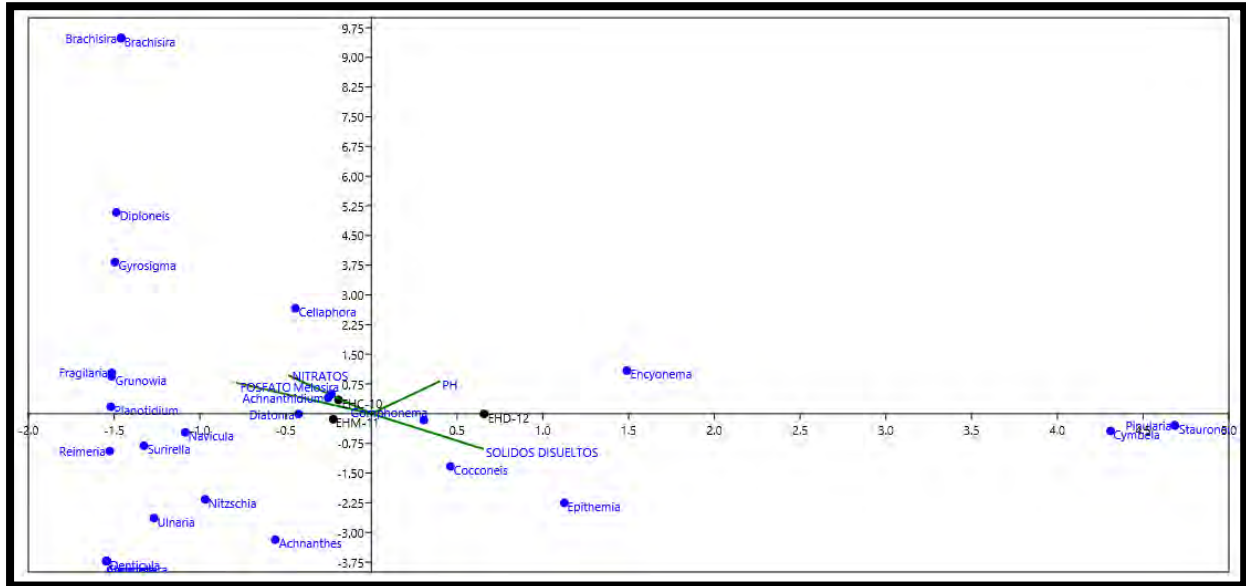
*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes secas- Huila Hila.*



La figura 144, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD (*Diatoma*), y *Coliformes* en los puntos del tributario de Huila Huila corresponde a la época de secas.

**Figura 145**

*Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos - Huila Huila.*

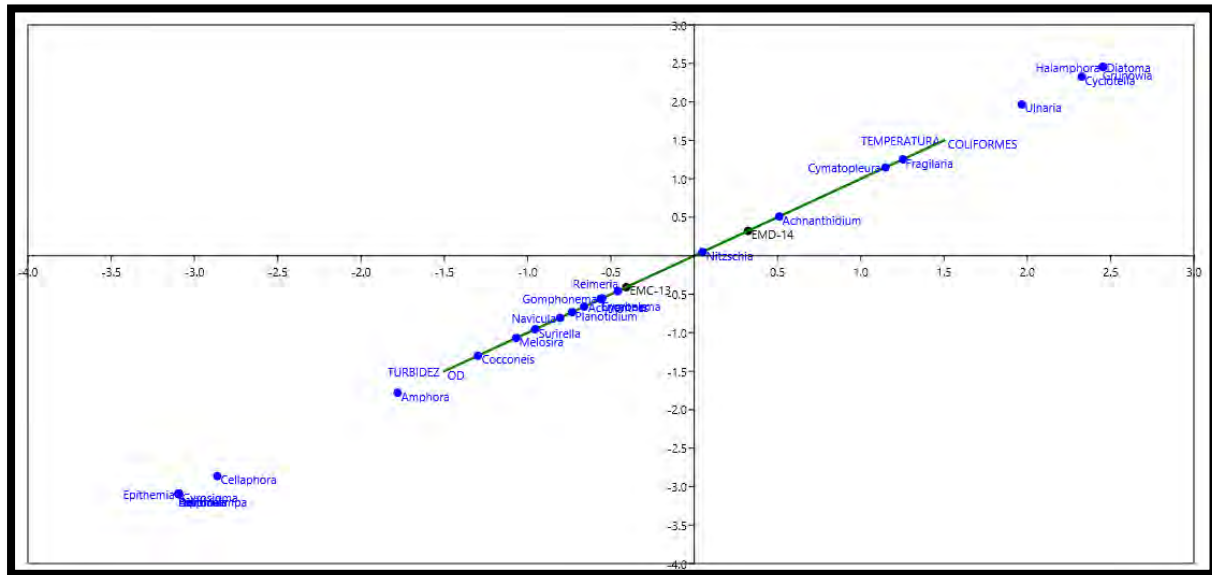


La figura 145, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos (*Melosira* y *Achnanthisium*), fosfatos, y Solidos Disueltos Totales (*Gomphonema*) en los puntos del tributario de Huila- Huila, correspondiente a la época de secas.

e) MAYCHU CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE SECAS.

Figura 146

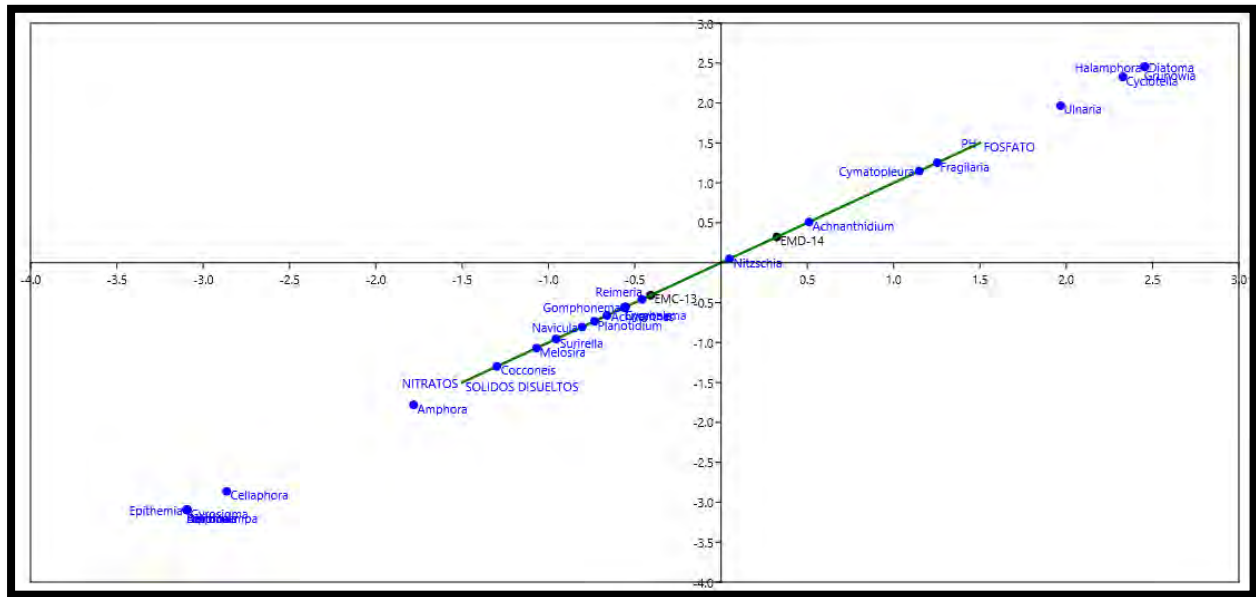
Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes Maychu.



La figura 146, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura (*Nitzschia*, *Achnanthydium*, *Cymatopleura* y *Fragilaria*), turbidez (*Reimeria*, *Gomphonema*, *Planotidium*, *Navicula*, *Surirella*, *Melosira* y *Cocconeis*), Oxígeno Disuelto (*Reimeria*, *Gomphonema*, *Planotidium*, *Navicula*, *Surirella*, *Melosira* y *Cocconeis*), y Coliformes (*Nitzschia*, *Achnanthydium*, *Cymatopleura* y *Fragilaria*) en los puntos del tributario de Maychu corresponde a la época de secas.

**Figura 147**

*Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH nitratos, fosfatos, y solidos disueltos - Maychu.*

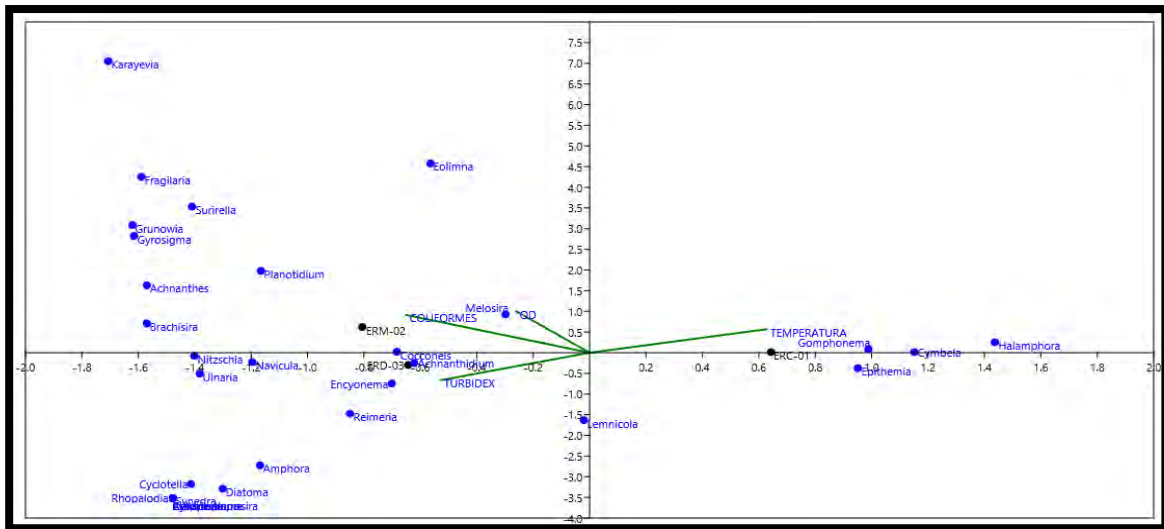


La figura 147, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH (*Achnantheidium*, *Cymatopleura* y *Fragilaria*), nitratos (*Reimeria*, *Gomphonema*, *Planotidium*, *Navicula*, *Surirella*, *Melosira* y *Cocconeis*), fosfatos (*Achnantheidium*, *Cymatopleura* y *Fragilaria*), y Solidos Disueltos (*Reimeria*, *Gomphonema*, *Planotidium*, *Navicula*, *Surirella*, *Melosira* y *Cocconeis*) en los puntos del tributario de Maychu de la época de secas.

a.1) RAVILCHACA CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE LLUVIAS.

**Figura 148**

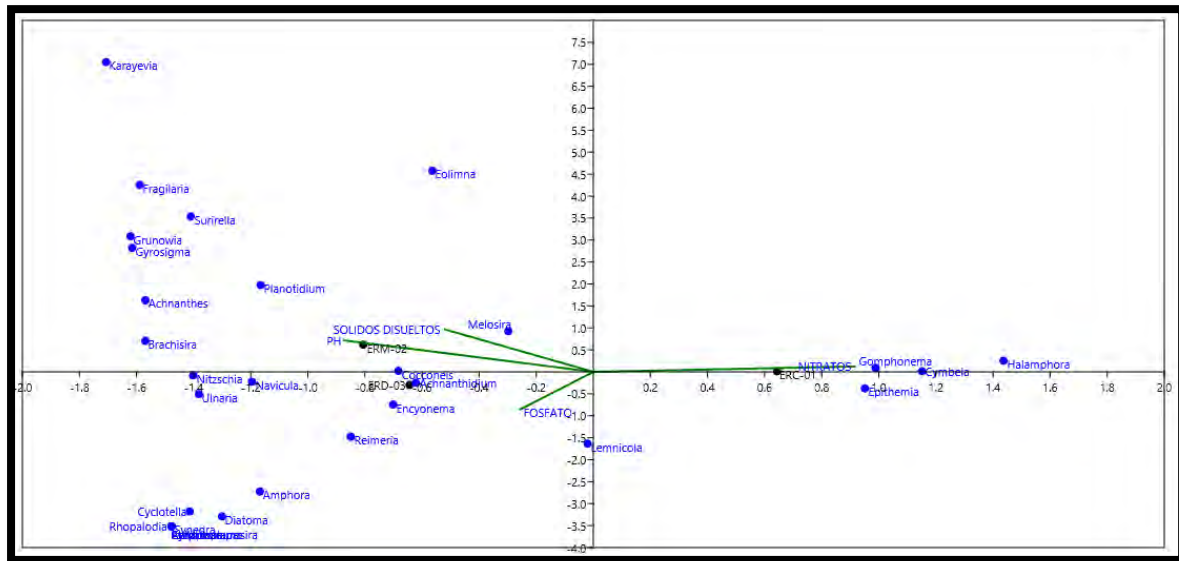
*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes Ravilchaca.*



La figura 148, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, Oxígeno Disuelto (*Melosira*), y coliformes en los puntos del tributario de Ravilchaca. Corresponde a la época de lluvias.

**Figura 149:**

*Análisis de Correspondencia Canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos -Ravilchaca.*

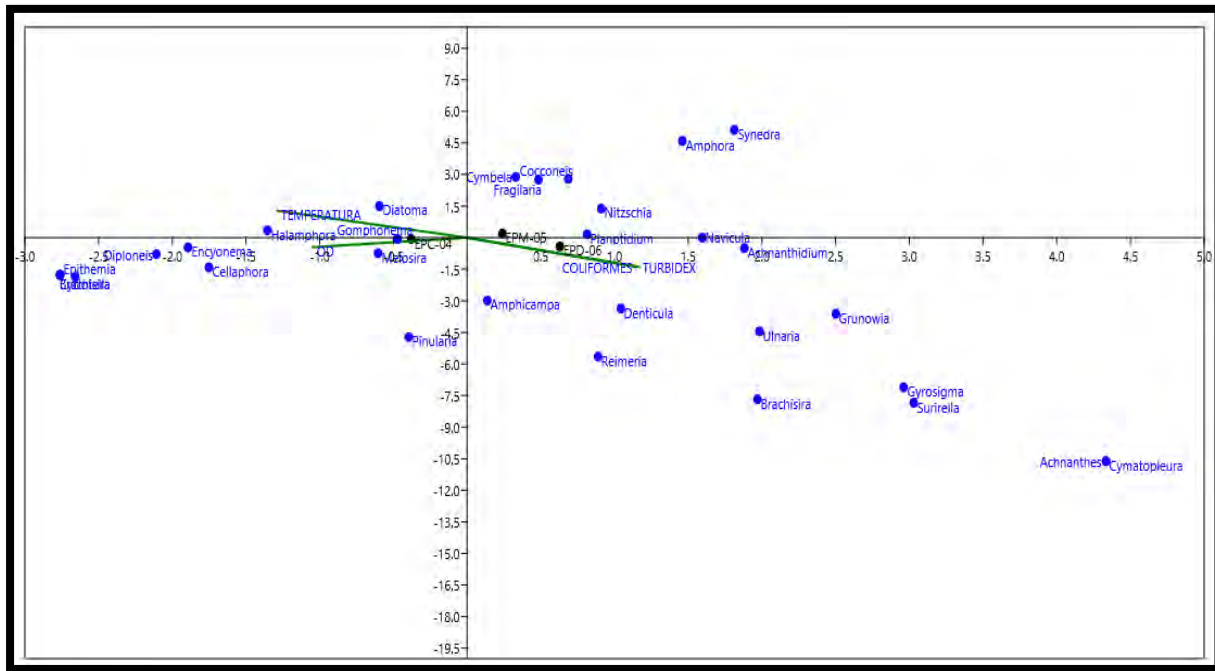


La figura 149, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y Total de Solidos Disueltos en los puntos del tributario de Ravilchaca corresponde a la época de lluvias.

b.1) PONGOBAMBA CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE LLUVIAS.

**Figura 150**

*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes Raviilchaca.*

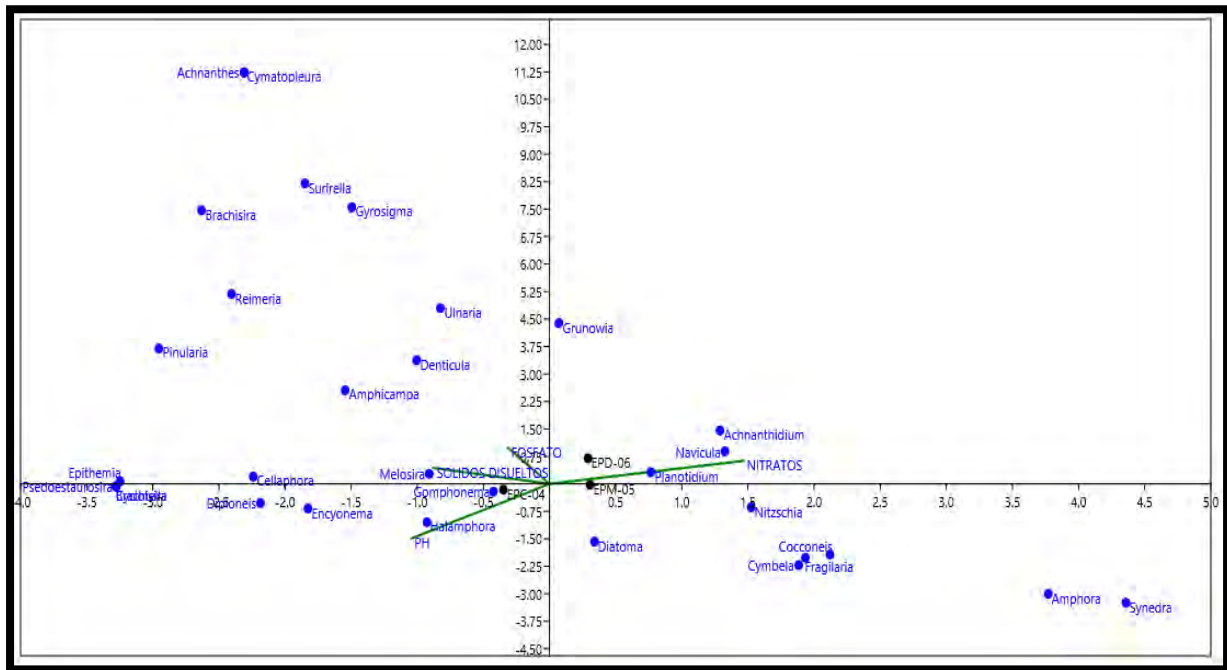


La figura 150, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura (*Diatoma*), turbidez, Oxígeno Disuelto (*Gomphonema*), y *Coliformes* en los puntos de muestreo.



**Figura 151**

*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos y Total Solidos Disueltos – Ravilchaca.*

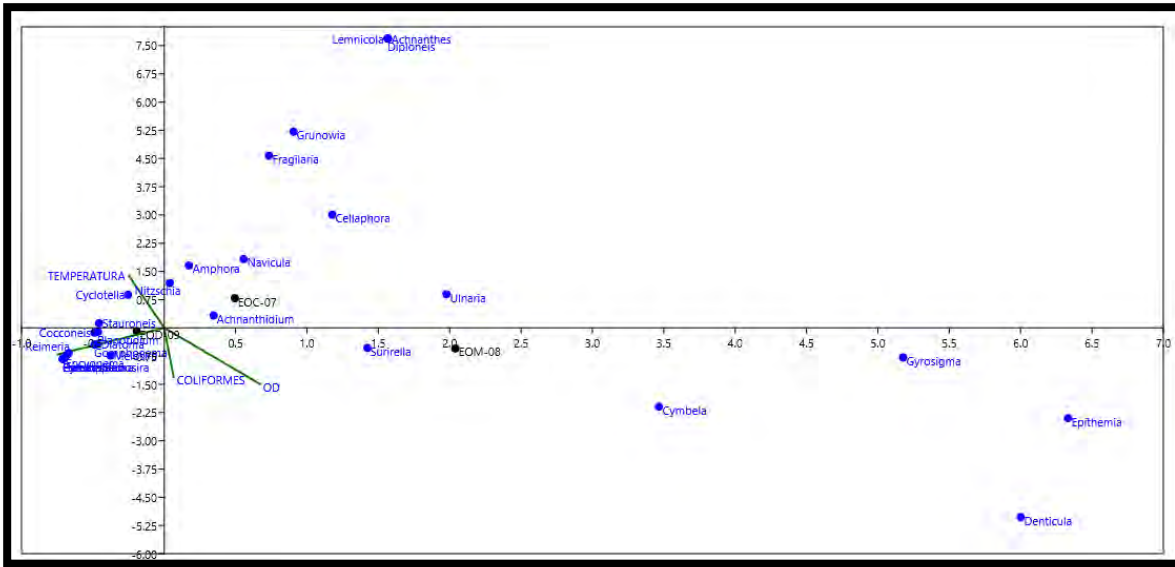


La figura 151, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH (*Halamphora*), nitratos (*Planotidium*), fosfatos, y Solidos Disueltos (*Melosira*) en los puntos del tributario de Pongobamba corresponde a la época de lluvias

c.1) OCOTUAN CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE LLUVIAS.

**Figura 152**

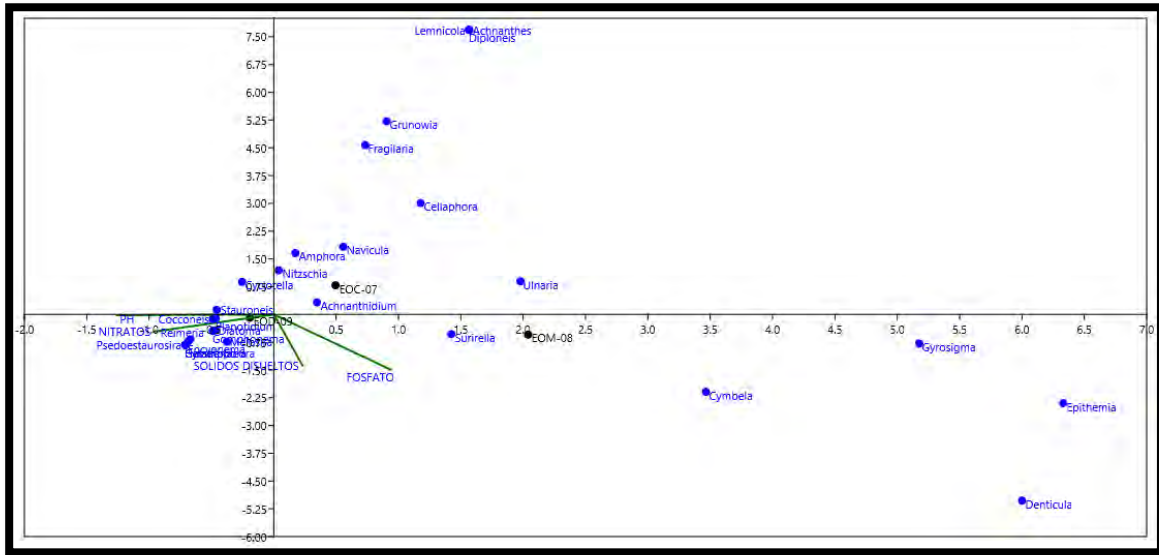
*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes Ocotuan.*



La figura 152, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez (*Planotidium*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Gomphonema*, *Riemeria* y *Pseudoestaurosira*), Oxígeno Disuelto, y *Coliformes* en los puntos del tributario de Ocotuan ( época de lluvia).

**Figura 153**

*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y Sólidos Disueltos – Ocotuan.*

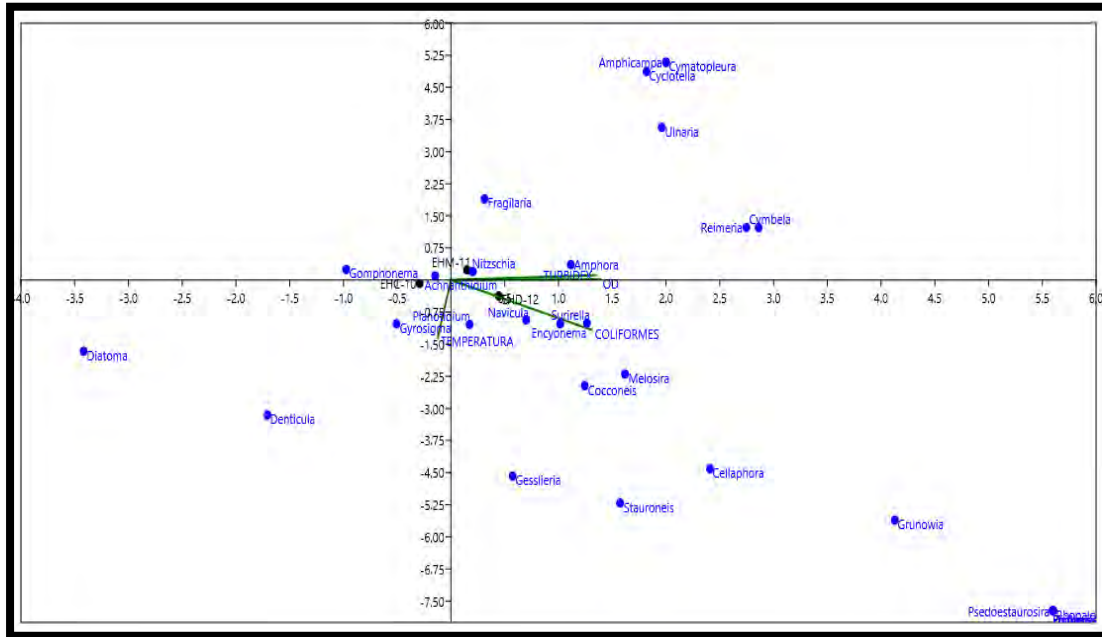


La figura 153, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH (*Stauroneis*), nitratos (*Reimeria* y *Diatoma*), fosfatos y Sólidos Disueltos en los puntos del tributario de Ocotuan corresponde a la época de lluvias.

d.1) HUILA-HUILA CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE LLUVIAS.

**Figura 154**

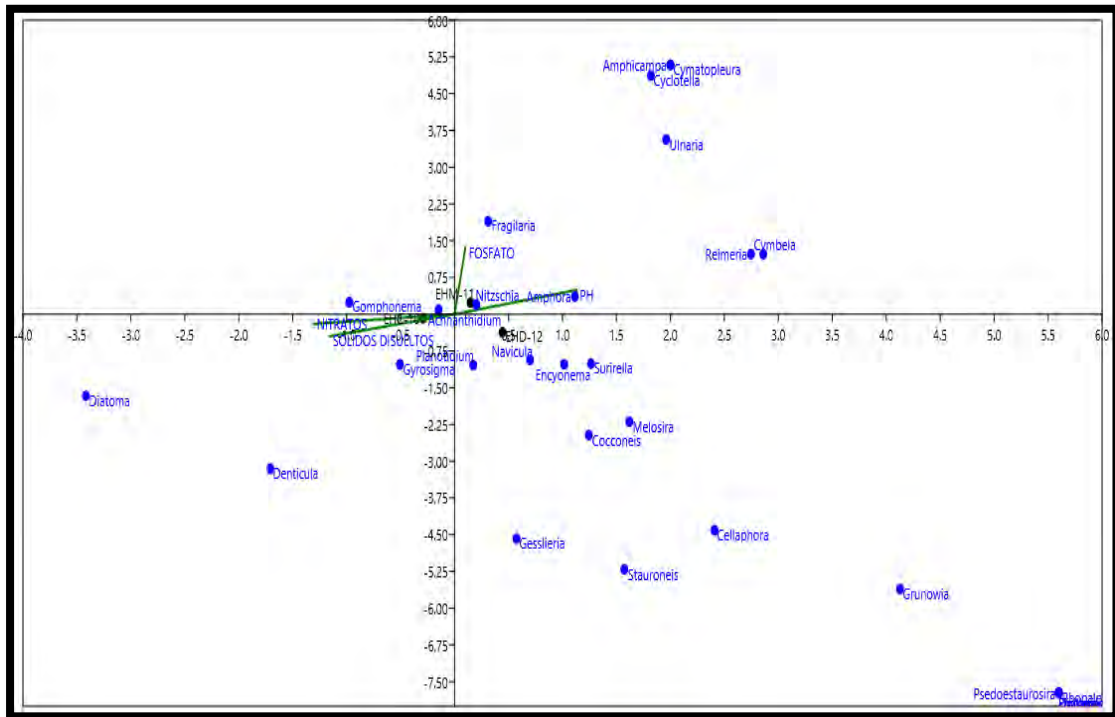
*Análisis de correspondencia canónica que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes Huila Huila.*



La figura 154, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura (*Planotidium* y *Gyrosigma*), turbidez, Oxígeno Disuelto y *Coliformes* (*Navicula*, *Surirella* y *Encyonema*) en los puntos del tributario de Huila- Huila corresponde a la época de lluvia.

**Figura 21**

*Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD y coliformes Maychu.*

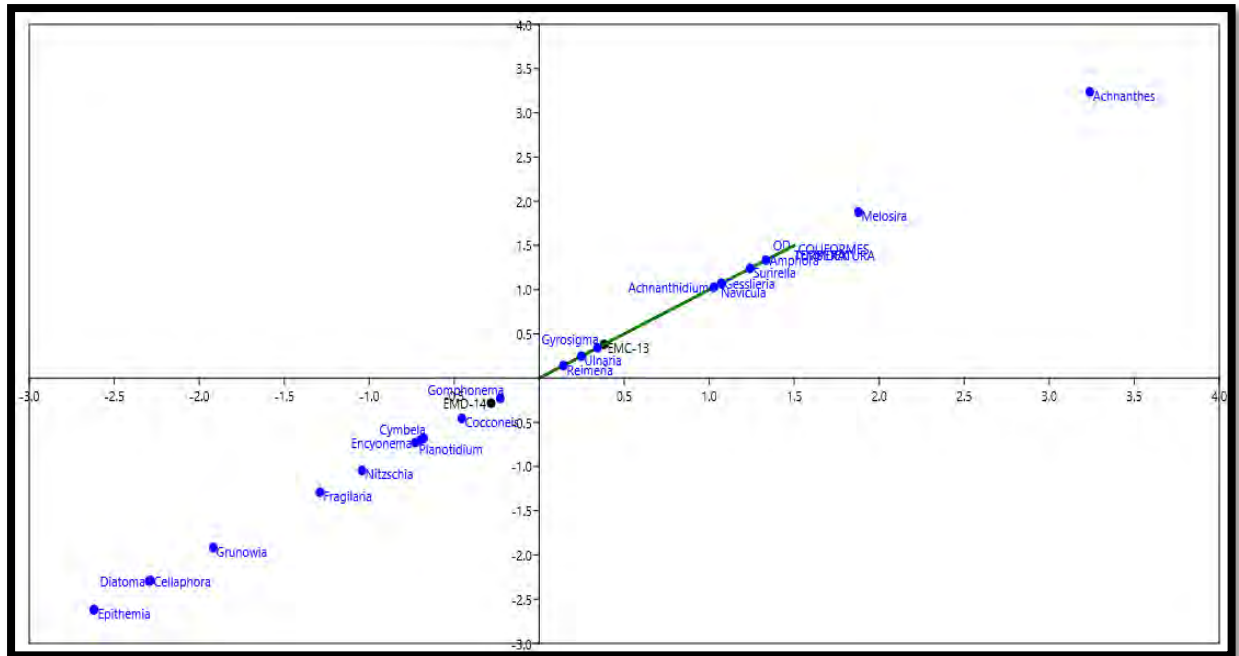


La figura 155, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH (*Nitzschia* y *Amphora*), nitratos (*Achnanidium*), fosfatos, y Solidos Disueltos (*Achnanidium*) en los puntos del tributario de Huila- Huila Corresponde a la época de lluvias.

e.1) MAYCHU CORRESPONDIENTE A LA ÉPOCA DE LLUVIAS.

**Figura 156**

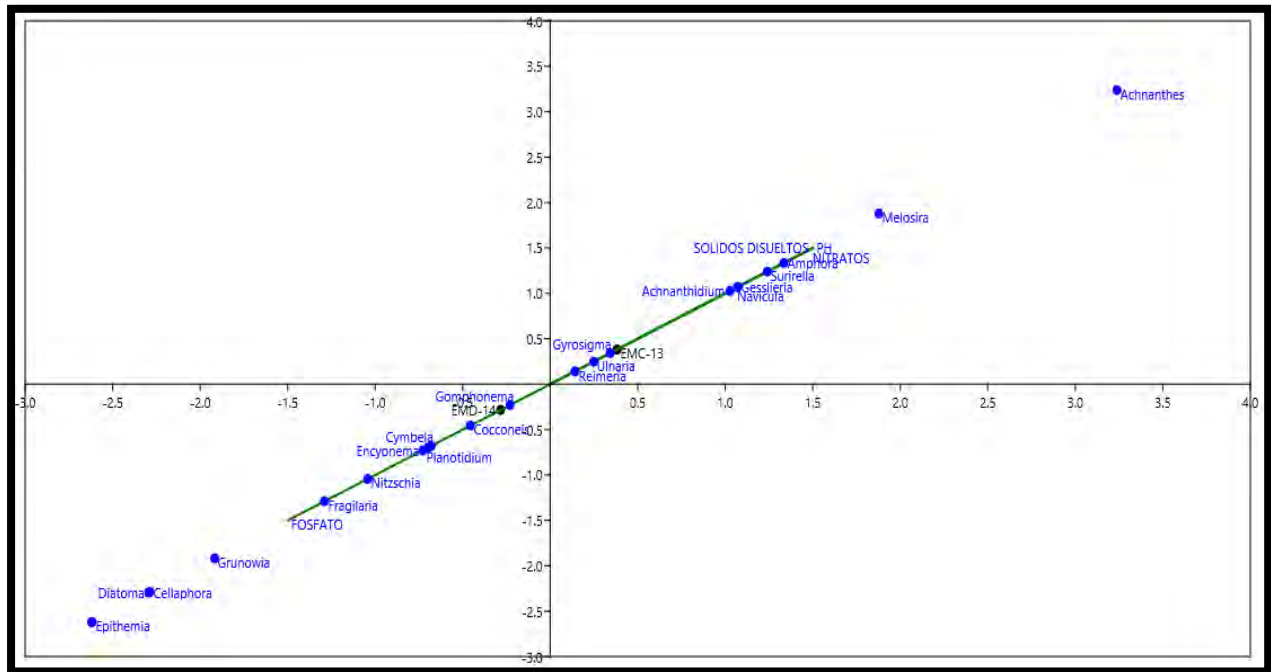
*Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura, turbidez, OD, y coliformes Maychu.*



La figura 156, muestra el ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de temperatura (*Reimeria, Ulnaria, Girosigma, Achnantheidium, Navicula, Geissleria, Surirella, Amphora*), turbidez, Oxígeno Disuelto (*Reimeria, Ulnaria, Girosigma, Achnantheidium, Navicula, Geissleria, Surirella, Amphora*), y Coliformes Termotolerantes (*Reimeria, Ulnaria, Girosigma, Achnantheidium, Navicula, Geissleria, Surirella, Amphora*) en los puntos del tributario de Maychu corresponde a la época de lluvia.

**Figura 157**

*Análisis de correspondencia canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH, nitratos, fosfatos, y solidos disueltos - Maychu*



La figura 157, muestra el Ordenamiento obtenido con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) que muestra la distribución de diatomeas en función a los parámetros de pH (*Reimeria*, *Ulnaria*, *Gyrosigma*, *Achnantheidium*, *Navicula*, *Geissleria*, *Surirella* y *Amphora*), nitratos (*Reimeria*, *Ulnaria*, *Gyrosigma*, *Achnantheidium*, *Navicula*, *Geissleria*, *Surirella* y *Amphora*), fosfato (*Gomphonema*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Planotidium*, *Encyonema*, *Nitzschia* y *Fragilaria*), y Solidos Disueltos (*Reimeria*, *Ulnaria*, *Gyrosigma*, *Achnantheidium*, *Navicula*, *Geissleria*, *Surirella* y *Amphora*) en los puntos del tributario de Maychu corresponde a la época de lluvia.

## DISCUSIONES

Rosas & Miranda, (2015) en su estudio de la estructura temporal y espacial de las comunidades planctónicas en diferentes estratos de la laguna Piuray y sus afluentes reportan, 26 géneros de la división Bacillariophyta mientras que en la presente investigación se reporta 44 géneros compartiendo para ambos trabajos los géneros *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Achnantidium*, *Craticula*, *Stauroneis*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Pleurosigma*, *Surirella*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Tabellaria*, *Ulnaria*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Rhoicosphemia*, *Amphora*, *Epitemia*, *Rhopalodia*, *Bacillaria*, *Hantzschia* *Denticula*, *Nitzschia* y *Cyclotella*, y reportándose además a los géneros *Alaucoseira*, *Melosira*, *Pseudoestaurosira*, *Eunotia*, *Amphicampa*, *Encyonema*, *Reimeria*, *Karayevia*, *Halamphora*, *Frustulia*, *Brachisira*, *Sellaphora*, *Diploneis*, *Caloneis*, *Navicula*, *Stauroneis*, *Geissleria*, *Brachisira*, *Eolimna*, *Amphora*, *Grunowia*, *Cymatopleura*, *Lemnicola*, *Planotidium*.

Respecto al ICA Quispe R & Salas V, (2017) en el estudio de la calidad de agua y biota acuática, por la presencia de lixiviados del río Jaquira, reportan una calidad de agua mala para la época de secas y lluvias, mientras que en el presente trabajo los 5 tributarios alcanzan una calidad buena para ambas temporadas del año, lo que significa que los tributarios respecto al río Jaquira están mejor conservados, por lo que los tributarios de la laguna Piuray aún están en un buen estado de conservación, lo que se verifica con los valores del ECA que lo categorizan en la escala 3 (apto para riego de vegetales y bebida de animales ).



## CONCLUSIONES

1.-Se registraron 15 órdenes, 24 Familias, 44 géneros destacando entre los más abundantes para **Ravilchaca** (*Achnantidium*, *Gomphonema*, *Geissleria*, *Nitzschia*, *Reimeria*, *Navicula*, *Cocconeis* y *Planotidium* ), **Pongobamba**, (*Gomphonema*, *Achnantidium*, *Planotidium*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Nitzschia*, y *Navicula*.), **Ocotuan** ( *Gomphonema*, *Achnantidium*, *Planotidium*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Encyonema* *Fragilaria* y *Diatoma*), **Huila Huila** (*Gomphonema*, *Achnantidium*, *Planotidium*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Fragilaria* y *Cymbella*.), **Maychu** (*Gomphonema*, *Achnantidium*, *Geissleria*, *Nitzschia*, *Diatoma*, *Epithemia*, *Encyonema*, *Planotidium*, *Navicula*, *Fragilaria* y *Encyonema*) durante el periodo de muestreo.

2.- Según el índice alfa la mayor diversidad se registra en el tributario de Maychu con diversidad de 0.86 y 0.82 para la época de secas y lluvias, y los valores menores se registran en Ocotuan con valor de 0.457 y para secas y 0.56 para lluvias en Pongobamba. De acuerdo con el índice de Shannon, Ocotuan presenta la mayor diversidad para ambas épocas mientras que la menor diversidad corresponde a Pongobamba en secas y Maychu en época de lluvias, el índice de diversidad beta muestra una mayor similitud entre comunidades, en los tributarios Pongobamba y Maychu en la época de secas con 81% y menor similitud presenta Pongobamba y Ocotuan en la época de lluvia con un 78%.

3.- La calidad biológica del agua de los tributarios de la Microcuenca Piuray-Korimarca se presenta como **moderada** para ambas temporadas de acuerdo con el IDG.

4.- Con respecto al ICA los tributarios de la laguna Piuray presentan una calidad buena, valores que se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua categoría 3.

5.-Según el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) existen algunos géneros de diatomeas que están directamente relacionados con los parámetros físico químicos como *Diatoma*, *Planotidium* y *Gyrosigma* está estrechamente relacionada con la Temperatura (14°C°), *Diatoma*, *Achnantidium*, *Reimeria*, *Melosira* y *Planotidium* está relacionada con los nitratos (0.5 mg/l), (*Achnantidium*, *Ulnaria* *Planotidium*, *Encyonema*, *Gomphonema*, *Reimeria*, *Pseudoestaurosira* y *Melosira* está relacionada con los Solidos Disueltos Totales (315.6 µS/cm), *Melosira* y *Gomphonema* está relacionada con el OD (7.4 mg/L), *Gomphonema* está relacionada con fosfatos (0.03mg/l), *Gomphonema*, *Planotidium*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Reimeria* y *Pseudoestaurosira* están relacionados con la Turbidez (3.5 NTU), *Melosira* y *Achnantidium* Nitratos (0.6 mg/l), *Halamphora* está relacionada con *Coliformes* (1200NMP/100ml) y *Stauroneis*, *Navicula*, *Surirella*, *Encyonema*, *Nitzschia* y *Amphora* están relacionados con pH (7.5) en toda la etapa de monitoreo.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar más estudios respecto a bioindicadores utilizando diatomeas para estandarizar la metodología, así como los géneros y especies para la determinación de la calidad del agua de diversos cuerpos lenticos y loticos.
- Se sugiere realizar más estudios de Análisis de correspondencia canónica tomando en cuenta los géneros *Ulnaria*, (Solidos disueltos totales, OD), *Encyonema*, (*Coliformes* Termotolerantes), *Reimeria* (*Coliformes*, temperatura, nitratos), *Achnantidium*, (Solidos disueltos), *Halamphora* (solidos Disueltos y pH), *Planotidium* (Temperatura, Nitratos, Turbidez y pH) y *Geissleria* (Temperatura).
- Se recomienda a la EPS. SEDA CUSCO S.A. implementar programas de sensibilización orientadas al cuidado de los tributarios de la Microcuenca –Piuray-Korimarca principalmente en cabecera, parte intermedia y desembocadura, puesto que estos alimentan a la laguna de Piuray a su vez es la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano de la ciudad de Cusco.
- Orientar a la población en el uso adecuado de suelos según su capacidad, principalmente visionando el cuidado de la integridad primigenia de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca.
- Orientar a la creación de la faja marginal rivereña a lo largo de la Microcuenca así mismo conformar organizaciones vivas que hagan respetar los acuerdos a favor del cuidado de la naturalidad de sus ecosistemas.
- Debido a la fragilidad se propone realizar un plan de monitoreo en forma continua de la Microcuenca Piuray- Korimarca para ver la evolución a través de los años este servirá para una adecuada toma de decisiones.

- Incentivar la forestación y reforestación con plantas Nativas de esta forma se mejorará su nacimiento y su naturalidad.
- Se recomienda realizar estudios de impacto ambiental con respecto a la flora y fauna circundantes quienes contribuyen en el impacto de los tributarios a diferentes niveles.
- Se recomienda realizar monitoreo parte cabecera y medio de los tributarios para identificar puntos críticos de impacto y generar acciones correctivas que remedien dichos cuerpos acuáticos.
- Se recomienda usar la metodología desarrollada en el presente trabajo de investigación para evaluar la calidad de las fuentes de agua que administra la EPS. SEDA CUSCO S.A.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agency, U. E. (1979). *En Methods for chemical analysis of water and wates*.
- Alarcon, N., & Pelaez, F. (2012). *Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú): determinación mediante uso de diatomeas, 2012*. Cajamarca.
- American Publish Health Association, American Water Works Association, & Water Pollution Control Federación. (1992). *Métodos Normalizados* (Vol. 17).
- Anco, J., Avendaño Caceres, M., & Delgado Vargas, I. (2012). *Evaluación de la Calidad del Agua fluvial con Diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú*. 2–6. [www.rpmesp](http://www.rpmesp).
- APHA, A. W. (1992). *Metodos normalizados para el analisis de agua potable y residual*. Madrid: Ediciones Dias Sntos S. A.
- APHA, AWWA, WPCF. (2010). *Metodo Normalizado para el Analisis de agua potable y residuales*. Madrid- España : Dias de Santos S.A.
- Arstrong, F. (1963). *Determination of nitrate in water by ultraviolet spectrophotometry. en analist chem*.
- Aréstegui Alegría, (2015). *Determinación del Índice de Calidad de Agua en cinco Cochas del Parque Nacional del Manu*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*.
- Blanco, S., Hernández, N., Becares, E., & Ector, y L. (2007). *Evaluación de la calidad del agua en los ríos de la cuenca del Duero mediante índices Diatomológicos*. Universidad del León.
- Badii, M. H., & Guillen, E. (2011). *Dispersión Espacial: El Prerrequisito Esencial para el Muestreo*.
- Barcelona, U. D. (2000). *Metodologia para el establecimiento del estado ecologico segun la directiva marco del agua en la confederacion hidrica del Ebro*. España: Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann.
- Battin, T. J. (2003). *Contributions of microbial biofilms to ecosystem processes in stream mesocosms*. *Nature*, 426: 439-442. Obtenido de <https://doi.org/10.1038/nature02152>.
- Burns, A. &. (2001). 2001. *Potential for biofilms as biological indicators in Australian riverine systems*. *Eco. Man. & Res.*, 2: 53-63.
- Cajavilca Barrios, G. (2016). *Determinación de la calidad hídrica mediante la aplicación del índice diatómico generalizado (IGD) en el circuito 4 lagunas Acomayo, Canas - Cusco*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Canter, L. W. (1996). *Enviromental impact assessment*. USA: McGraw-Hill.

- Cevallos Cabrera, M. (2018). *Variabilidad en las concentraciones de fitoplancton y coliformes totales como indicadores de la calidad del agua del río Milagro*. Universidad de Guayaquil.
- Chuspe Zans, M. E., & Aragon Romero, J. I. (2018). *Ecología Geográfica del Cusco*. <https://www.researchgate.net/publication/327172888>
- Coello, J., Ormaza, R., & Deley, A. (2013). *Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua en los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho - Parque nacional Sangay - Ecuador*. Instituto de investigación RIIGEO, 3.
- Coloros, E. P. (1976). *Linearizing the calibration curve in determination of sulfate by the methylthymol blue method anal, chem.*
- Coste, M. & Ayphassorho H. 1991. *Etude de la qualité des eaux du bassin Artois Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques)*, Rapport Cemagref Bordeaux – Agence de l'Eau Artois Picardie, 227 pp..
- Damborenea, C. (2005). *Estudio de comunidades biológicas como bioindicadores de calidad de agua*. In Concytec & Cienciaactiva (Eds.), *Seminario internacional en el estudio de comunidades biológicas como bioindicadores de calidad de agua* (pp. 5–7).
- Daruich, G. J., Gil, M. A., & Moreno, L. E. (2020). Estructura de la taxocenosis de diatomeas y su relación con variables ambientales en tres cuencas de la provincia de San Luis (Argentina). *Biología Acuática*, 34, 007. <https://doi.org/10.24215/16684869e007>
- Del Pilar Bojaca, R. (2005). *Determinación de alcalinidad por Potenciometría*. [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad total en agua por electrometr%C3%ADa..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad+total+en+agua+por+electrometr%C3%ADa..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df)
- Dias, E., & Moedano, A. (2007). *Hydrogenation of phenol in aqueous phase with palladium on activated carbon*. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2006.12.020>.
- DIGESA. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*. Lima .
- Dugarte, M. (2014). *Calidad Bacteriológica de las Aguas Termales de Tabay, Municipio Santos Marquina Mérida Estado Mérida*. Universidad de los Andes. Mérida.
- El Peruano. (2017, June 7). *Aprueban estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disponibles*.
- Echeverría, M. (2016). *Estudio de la comunidad de fitoplancton en el río Atacames provincia de Esmeraldas en el periodo enero – abril del 2015*. Esmeraldas-Ecuador.
- Estrada Hidalgo, N., Obregon Jimenez, I., Catillo Adame, I., Jordan Romero, J., & Castro Mejia, J. (2018). *Evaluación de la calidad de agua a través del índice pampeano de diatomeas (IDP) en tres diferentes localidades del río Actopan, Veracruz*. *Revista Digital del Departamento el hombre y su ambiente*, 1, 2 <https://www.researchgate.net/publication/329428126>

- Fernández Baca Campos, M. V., & Mamani Licon, F. M. (2016). *Evaluación de Cryptosporidium sp. y Giardia sp. en el cuerpo lentic de Piuray por Pruebas de Certeza Parasitológica y PCR en Tiempo Real*. Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco.
- Federation, A. P. (1985). *Standar Methods for the examination of water and wastewater*. American Public Healt Assoc.
- Fernández C, A. (2012). *El agua: un recurso esencial*. QuimicaViva, 148.
- Flores-Stulzer, E., Villalobos-Sandí, N., Piedra-Castro, L., & Scholz, C. (2017). *Evaluación breve de la presencia de diatomeas y su relación con algunos parámetros fisicoquímicos en el río Pirro, Heredia, Costa Rica*. Uniciencia, 31(2), 99. <https://doi.org/10.15359/ru.31-2.7>
- Fundación Nacional De Salud. (2013). *Manual práctico de análisis de agua*. Vol. 4ta edición (pp. 21–26). <http://www.saude.gov.br/bvs>
- Greenacre, M. (2008). *Las prácticas de análisis de correspondencias*. Bilbao: Rubes Editorial.
- Hernández González, S. (2012). *Indicadores biológicos de calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Río Viejo, utilizando Fitobentos (Diatomeas)*. Revista Universidad y Ciencia, 1–4.
- INEI. (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*.
- Jacques F, C. (2015). *Stream size and human influences on ecosystem production in river networks*. University of Minnesota Twin Cities.
- Jenkins, D. (1965). *Study of methods suitable for the analysis and preservation of phosphorus forms in a estuarine environmnt. berkeley*.
- Jiménez J, A., & Velez O, M. (2006). *Análisis comparativo de Indicadores de la Calidad de Agua Superficial*. 53–69. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=145020399004>
- Jiménez, A., & Tapia, M. (2017). *Ecología Forestal*. Ecuador .
- Jots, L., & Gonzáles Oreja , J. A. (2012). *Midiendo la diversidad biológica: mas allá del índice de Shannon*.
- La torre Farfán, L. R., & Luna Campos, K. (2014). *Índice de calidad de agua y nivel de metales pesados del río Araza, Quispicanchi-Cusco*. Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco.
- Lemus, M. J., Cabrera, M., & Calmette, X. (2022). *Parámetros fisicoquímicos y calidad microbiológica de las aguas del río Yaque Norte, República Dominicana*. The Biologist, 20(2). <https://doi.org/10.24039/rtb20222021353>
- Licursi, M. &. (2013). *Short-term toxicity of hexavalent-chromium to epipsammic diatoms of a microtidal estuary (Río de la Plata): Responses from the individual cell to the community structure*. *Aquatic Toxicology*, 134– 135: 82– 91.

- Lima, M., & Villalva, K. M. (2016). *Estado trófico de la laguna de Piuray-Chincher-Urubamba-Cusco*. Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco.
- Lima Condorhuaman, M., & Villalva Balsa, K. M. (2016). *Estado trófico de la laguna de Piuray-Chincher-Urubamba-Cusco*. Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco.
- Lobos, J. (2002). *Índice de calidad del agua general "ICA-NSF."* 10. [www.snet.gob.sv](http://www.snet.gob.sv)
- Lora Vilchis, M. C., Lopez Fuerte Francisco Omar, & Perez Rojas, C. A. (2020). *Algas de Cristal: Diatomeas: Vol. 6(1) (pp. 1–17)*. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2020.06.06.01.0003>
- Marín Galvín, R. (2018). FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA DE LOS MEDIOS ACUÁTICOS. In *Tratamiento y control de calidad de agua* (segunda edición, pp. 13–12).
- Melic, A. (1993). *Biodiversidad y riqueza biológica*. Zapateri revista .
- Montier, C. (1981). *The oxygen content of air-saturated fresh water over ranges of temperature and atmospheric pressure of Limnological interest*.
- Mora, G., Medina, C., Polo-Corro, J. L., & Hora, M. (2017). Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamarca (La Libertad, Perú). *REBIOL*, 40(1), 85–98. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.10>
- Municipalidad Distrital de Chincheros. (2015). *Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua potable y alcantarillado de Chichero-Distrito de Chinchero- provincia de Urubamba - Región Cusco*.
- Natural History Museum. (JUNIO de 2022). *University Of Oslo*. Obtenido de <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Naturales, M. D. (2004). *Manual de Manejo de Cuencas*. San Salvador : Vision Mundial San Salvador .
- Olivera Chura, A. (2019). *Evaluación ambiental del índice de calidad del agua del río Loripongo afectado por los pasivos ambientales de la mina gavián de plata -Laraqueri -puno*. Universidad nacional del altiplano.
- Ortis, J. J., Batanero, C., & Serrano, L. (1996). Las frecuencias relativas y sus propiedades en los textos.
- Pinto Torres, M., Diaz Pardo, C., Maidana I, N., & Cerda Carcamo, P. (2016). *Atlas Géneros de Diatomeas de Aguas continentales de la región de Magallanes*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3981.0321>
- Quispe Román, R. del P., & Salas Ventura, S. M. (2017). *Variación del Índice de calidad de agua y biota acuática por la presencia de lixiviados en el río de Jaquira-Cusco*.



- Rivas Flores, A. Wilfredo. (2010). *Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales rios de El Salvador*. Ciudad Universitaria.
- Ricklefs, R. (1987). *Community diversity: relative roles of local and regional processes*. Science, pp 235.
- Riguera, B., & etAl. (2011). *Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas*. Paris- Viena.
- Rodríguez Flores, R. (2019). *Evaluación de la calidad del agua en la Cuenca Chancay-Lambayeque (Perú) En términos de Índices de Calidad del agua ICA-PE Y NSF-WGI*. Universidad Nacional del Callao.
- Roldan Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. En Fundamentos de Limnología Tropical (2nd ed., Vol. 2, p. 321).
- Rosas, J., & Miranda Gabriela. (2015). *Estructura temporal y espacial de las comunidades planctónicas de la laguna Piuray - Chinchero - Cusco*. Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco.
- Sabater, S. &. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. España: Fundación BBVA.
- Sánchez, J. (2009). *Biología de la alimentación de la trucha común (Salmo trutta linné)*. 116-128.
- Saravia Solares, P. (2017). *Determinación de los índices de calidad del agua ICA-NSF para consumo humano de los ríos Teocinte y Acatán, que abastecen la planta de tratamiento de agua Santa Luisa zona 16, Guatemala. Año, 12(1)*.
- Segnini, S. (2003). *El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condicion ecologicade de los cuerpos de agua corrientes Ecotropico*. pp 45-63.
- Sierra R, C. A. (2011). *Calidad del agua Evaluacion y diagnóstico*. Colombia: www.edicionesdelau.com.
- Sierra Ramírez , C. (2011). *Calidad del Agua Evaluacion y Diagnostico*. www.edicionesdelau.com.
- Soler, A, & .et. (2012). *Diatomeas del canal de Panama bioindicadores y otros estudios pioneros* . Panama.
- Spaulding, S. A., Potapova, M. G., Bishop, I. W., Lee, S. S., Gasperak, T. S., Jovanoska, E., Furey, P. C., & Edlund, M. B. (2021). *Diatoms: supporting taxonomists, connecting communities*. Diatom Research. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2021.2006790>
- Springer, M. (2010). Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58–59.
- Taboada, M. (2018). *Evaluacion de fitoplancton y la calidad del agua de un arroyo subtropical noreste Argentino*. Argentina.

- Toro, J. K. (2003). *Diagnóstico de la calidad del agua de sistemas lóticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, Río Maipo (Santiago de Chile)*. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. IX Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica. 11.
- Tolivia, A., Gonzales Gonzales Lina María, Boltovsky, A., & Núñez Avellaneda, M. (2008). *Microalgas*
- Torres, P., Hernán, C., Paola, C. •, & Patiño, J. (2009). *Water quality index in surface sources used in water producción for human consumption. A critical review*. Revista Ingenierías Universidad de Medellin
- Valdivia, J. C. (2019). *Determinación del estado ecológico de la Cuenca Baja del Río Tambo; mediante bioindicadores biológicos Bacillariophyta (Diatomeas). Durante Las Epocas De Estiaje 2018 Y Creciente Del 2019*. Arequipa.
- Valcarcel Rojas, L., Alberro Macías, N., & Frías Fonseca, D. (2008) Water Quality Index, a tool for water resources management. *Medio Ambiente y Desarrollo*; 1–5.
- valdivia, O. (1998). *Subsidios al uso del indice de diversidad de Shannon Wiener. Obtenido de Subsidios al usp del indice de diversidad de Shannon Wiener*. <https://www.scihub.com/publication/subsidiosalindicedediversidadshannon> .
- Vicente, E., de Hoyos, C., Sanchez, P., & Cambra, J. (2015). *Metodología para el establecimiento de estado ecologico segun la directiva marco del agua en la Confederacion Hidrica del Ebro*. 73–77.
- Water quality (2006) *Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers*. (2006). 05-07 ,09-13.
- Whittaker, R. H. (1972). *Evolution and measurement of species diversity, taxon*.
- Winkler, L. W. (1888). *The termination of dissolved Oxygen in water*. Berlin.
- Yucra, H. (2005). *Uso de Diatomeas como bioindicadores de calidad de agua* (Vol. 3, Issue 2).
- Zepeda Gómez, C. (2019). *Bacillariophyta-Diatomeas*.

## ANEXOS

### *Anexo 1: Registro fotográfico de puntos de muestreo*

#### *Estaciones de muestreo de Ravilchaca. Y Ocotuan*



#### *Estaciones de muestreo del tributario Pongobamba.*



#### *Estaciones de muestreo del tributario Huila –Huila.*



#### *Estaciones de muestreo del tributario Maychu.*



*Anexo 2: Toma de muestras físicas, químicas, microbiológicas y biológicas.*

*toma de muestra físicas químicas y microbiológicas.*



*toma de muestra biológicas (Bacillariophyta).*



*Anexo 3: Procesamiento de muestras físico químicas en el laboratorio de control de calidad de agua potable seda- cusco.*

***Proceso de análisis físico químico.***



Ordenamiento de muestras para el análisis



Registro de datos

***Lectura de muestras en el Espectrofotómetro.***



***Proceso de análisis para oxígeno disuelto.***



Añadiendo reactivo de manganoso e Yoduro titulación con



sulfato alcalino tiosulfato

***Floculación de las muestras para el análisis físico químico.***



*Anexo 4: Procesamiento de parámetros microbiológico y biológico*

***Análisis microbiológico para determinación de coliformes.***



***Proceso de análisis biológico par Bacillariophyta.***



*Ordenamiento de muestras*

*Extracción de la alicuota de Bacillariophyta*

***Proceso de análisis para oxígeno disuelto.***



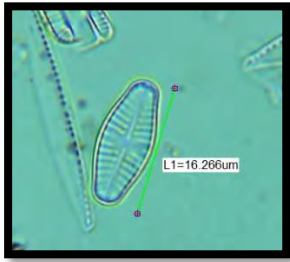
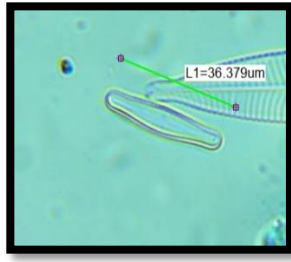

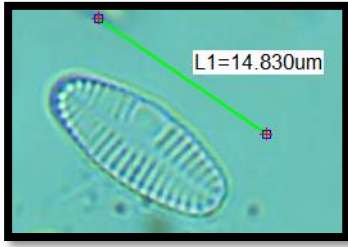
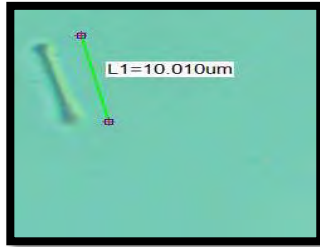
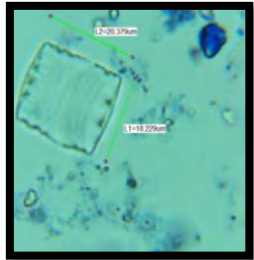
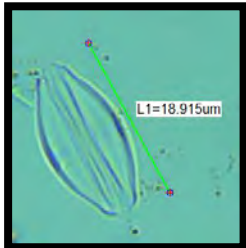
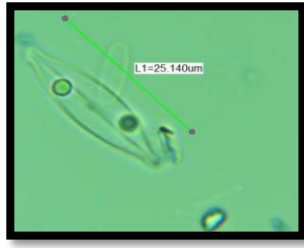
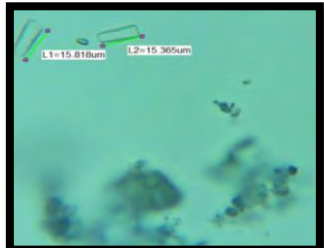
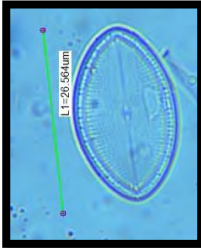

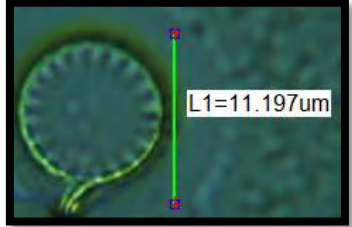


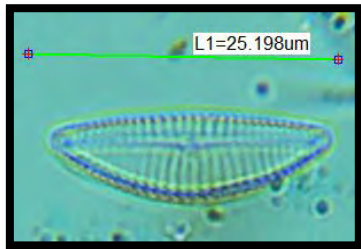
*Oxidacion de Muestras*




*preparacion de muestras para la identificacion Biologic*

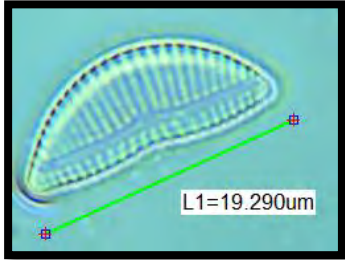
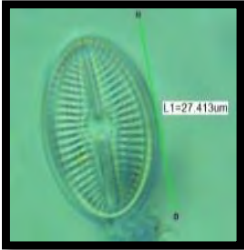
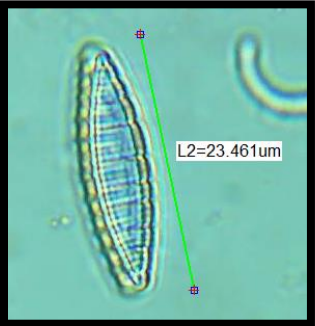
***Observacion de muesras procesadas para la identificacion de generos de Bacillariophyta***

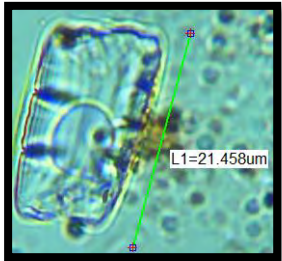

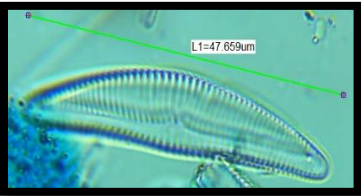


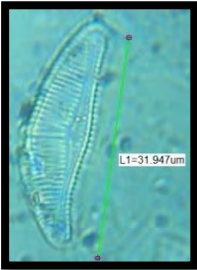
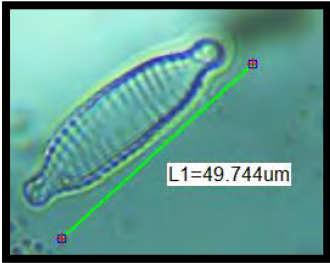
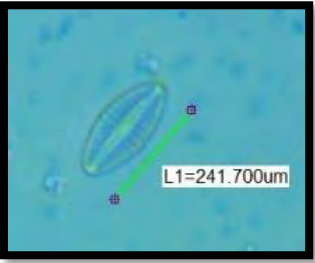
*Anexo 5: Bacillariophyta Observadas*


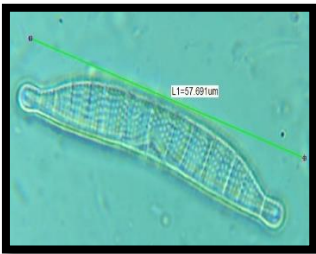
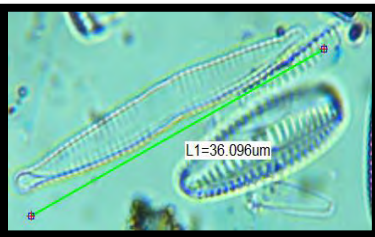
<p><i>Achnantheidium lanceolata</i></p> 	<p><i>Achnantheidium minutissimun</i></p> 	<p><i>Amphora montana</i></p> 
<p><i>Achnantheidium lanceolata</i></p> 	<p><i>Asterionella sp.</i></p> 	<p><i>Aulacoseira sp.</i></p> 
<p><i>Amphora normanni</i></p> 	<p><i>Brachysira sp.</i></p> 	<p><i>Caloneis sp.</i></p> 
<p><i>Cocconeis placentula</i></p> 	<p><i>Craticula pampeana</i></p> 	<p><i>Cyclotella atomus</i></p> 
<p><i>Cyclotella meduanae</i></p> 	<p><i>Cymatopleura solea</i></p> 	<p><i>Cymbella caespitosa</i></p> 

<i>Cymbella tumida</i>	<i>Cymbella cymbiliformis</i>	<i>Cymbella neocistula</i>
		



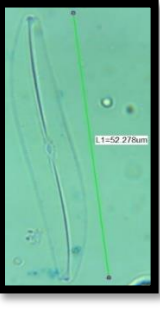

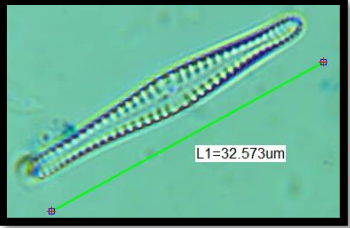

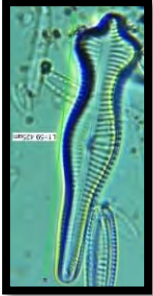

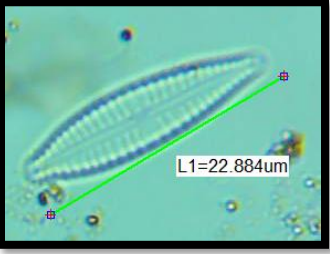
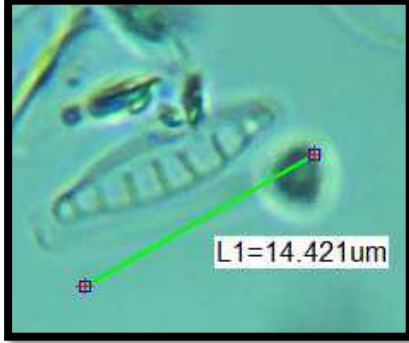
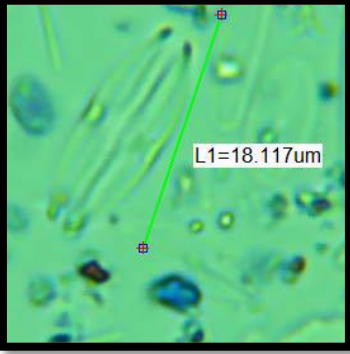
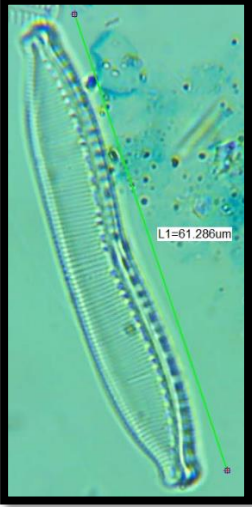
<i>Cymbella minuta</i>	<i>Diploneis sp</i>	<i>Denticula valida</i>
		

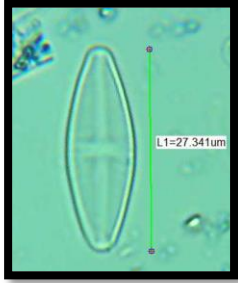

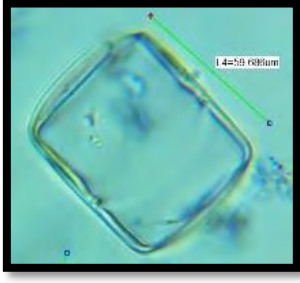
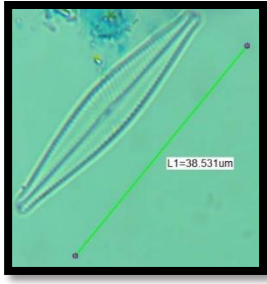
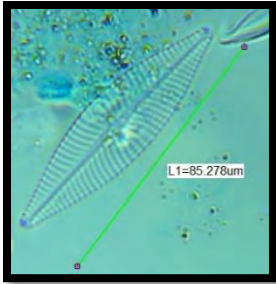
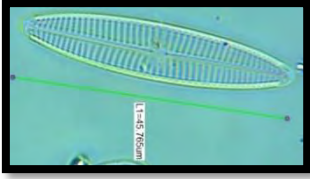
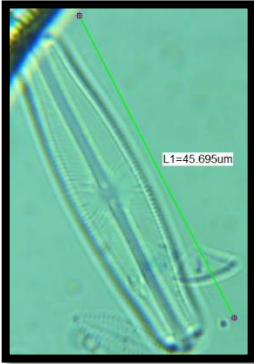
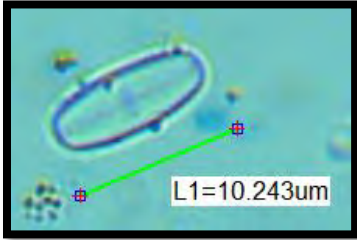
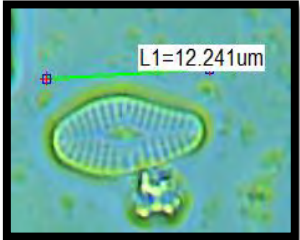

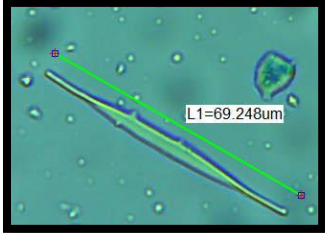
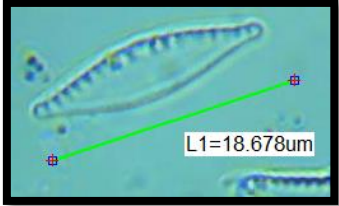
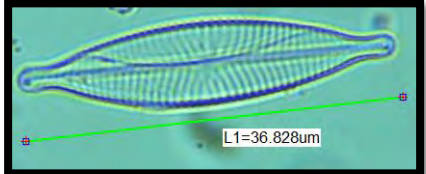

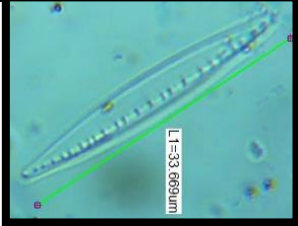
<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Diatoma vulgaris</i>	<i>Encyonema siliciaca</i>
		


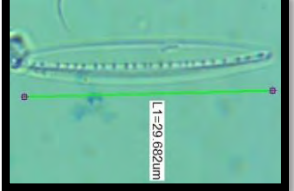
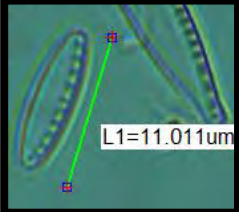


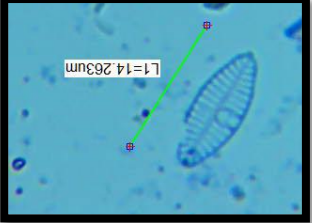
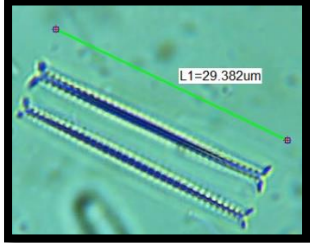
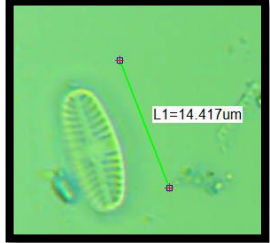
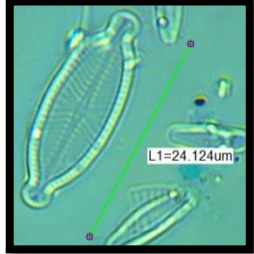
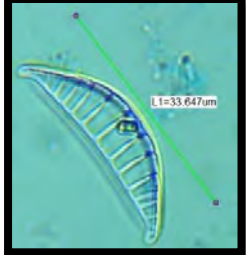
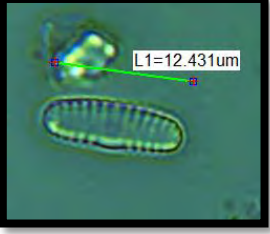
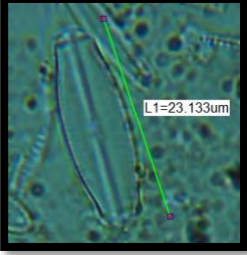
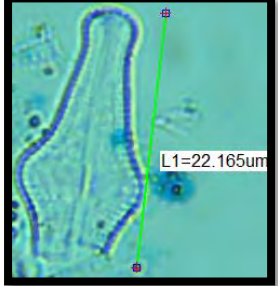

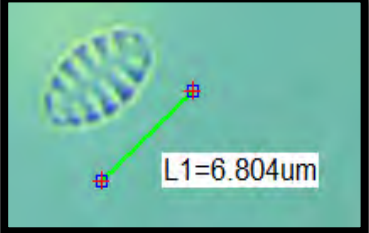
<i>Encyonema sp.</i>	<i>Encyonopsis microcephala</i>	<i>Eolimna sp.</i>
		


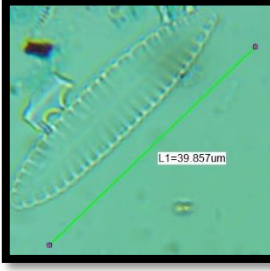




<i>Epithemia adnata</i>	<i>Epithemia sp.</i>	<i>Fragilaria capucina</i>
		



<i>Fragilaria tenera</i>	<i>Frustulia vulgaris</i>	<i>Gyrosigma</i> sp.
		
<i>Geissleria</i> sp.	<i>Gomphonema</i> sp.	<i>Gomphonema truncatun</i>
		
<i>Gomphonema acuminatum</i>	<i>Gomphonema affine</i>	<i>Gomphonema aquaeminalis</i>
		
<i>Grunowia</i> sp.	<i>Halamphora</i> sp.	<i>Hantzschia amphioxys</i>
		

<i>Lemnicola sp.</i>	<i>Luticula sp.</i>	<i>Melosira varians</i>
		
<i>Navicula radiosa</i>	<i>Navicula cryptotenella</i>	<i>Navicula tripunctatata</i>
		
<i>Navicula pupula</i>	<i>Navicula sp.</i>	<i>Navicula sp.</i>
		
<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia acicularis.</i>	<i>Nitzschia fonticola.</i>
		
<i>Navicula capitatoradiata</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Nitzschia frustulum</i>
		

<i>Nitzschia linearis</i>	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia inconspicua</i>
		
<i>Pinnularia divergens</i>	<i>Pinnularia macilenta</i>	<i>Planotidium</i>
		
<i>Pseudoestausira polonica</i>	<i>Platessa sp.</i>	<i>Placoneis parelginensis</i>
		
<i>Rhopalodia operculata</i>	<i>Reimeria uniseriata</i>	<i>Sellaphora pupula</i>
		
<i>Stausosira longirosris</i>	<i>Stauroneis sp.</i>	<i>Stausosira pinnata</i>
		

<i>Surirella sp.</i>	<i>Surirella angusta</i>	<i>Surirella splendida</i>
		
<i>Surirella bribissonii.</i>	<i>Surirella minuta.</i>	<i>Ulnaria ulna.</i>
		

**Anexo 6:** *Contactos con los especialistas vía correo electrónico*

**Dra. Nora Maidana,**

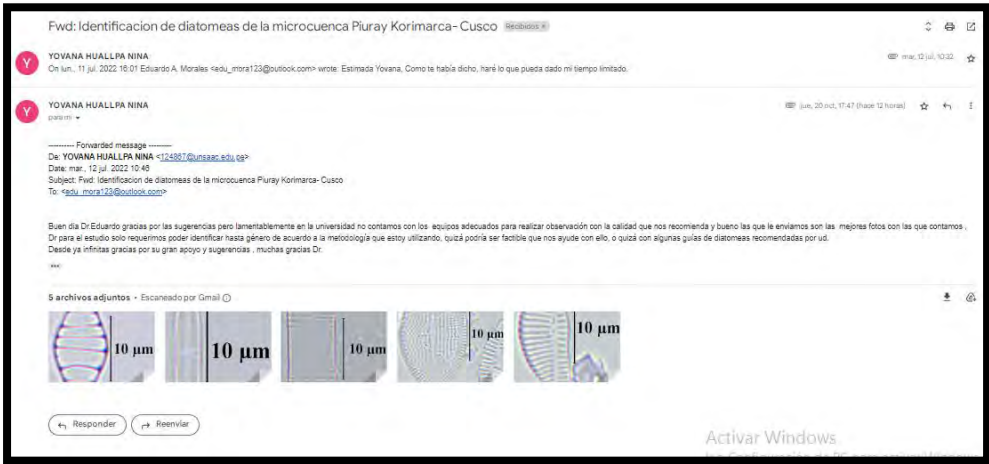
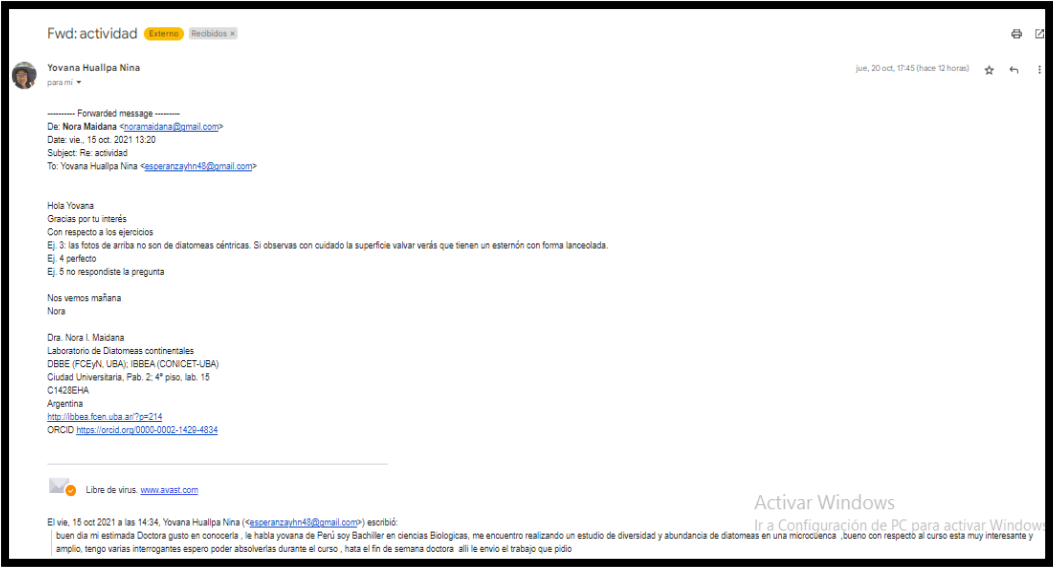
*nelly\_yargas@yahoo.com,*

*Laboratorio de Diatomeas Continentales de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA), y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), de Argentina.*

**Dr. Eduardo Antonio Morales**

*edu.morales2006@gmail.com*

*Herbario Criptogámico, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Av. Gral. Galindo N° 5381, Cochabamba, Bolivia*



*Anexo 7: Capacitacion para Identificacion de Diatomeas Continentales: taxonomia y otros Topicos.*

FitoLandPerú


CERTIFICADO

otorgado a:

**HERMES RICARDO HUAMAN HUAMAN**

En calidad de **participante**, en el Curso Internacional de: "**Diatomeas Continentales: Taxonomía y otros tópicos**". Evento organizado, en formato virtual por FitoLand Perú E.I.R.L, realizado el día 02 al 17 de octubre con un valor de **(18) horas de duración**.

Chimbote Perú, 17 de octubre, 2021



Biga. Susana Salyrosas Castillejo  
DIRECTORA, FITOLAND



Biga. Sheyla López Saravia  
GERENTE GENERAL, FITOLAND

FitoLandPerú

CERTIFICADO

otorgado a:

**YOVANA HUALLPA NINA**

En calidad de **participante**, en el Curso Internacional de: "**Diatomeas Continentales: Taxonomía y otros tópicos**". Evento organizado, en formato virtual por FitoLand Perú E.I.R.L, realizado el día 02 al 17 de octubre con un valor de **(18) horas de duración**.

Chimbote Perú, 17 de octubre, 2021



Biga. Susana Salyrosas Castillejo  
DIRECTORA, FITOLAND



Biga. Sheyla López Saravia  
GERENTE GENERAL, FITOLAND

**Anexo 8: convenio de cooperación específico para la realización de trabajo de investigación celebrado entre la EPS SEDA CUSCO S.A. y Bachilleres**

**CONVENIO N° 02-2021-GG-EPS. SEDACUSCO S.A.**

**CONVENIO DE COOPERACIÓN ESPECÍFICO PARA REALIZACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CELEBRADO ENTRE LA EPS SEDACUSCO S.A., Y LOS SEÑORES YOVANA HUALLPA NINA Y HERMES RICARDO HUAMÁN HUAMÁN**

Conste por el presente, un Convenio de cooperación específico que celebramos de una parte la ENTIDAD MUNICIPAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DEL CUSCO S.A., a la que en adelante se le denominará "EPS SEDACUSCO S.A.", con RUC N° 20136353315, con domicilio en el inmueble N° 364 de la Av. Anselmo Álvarez, del distrito de Wanchaq, provincia y departamento del Cusco, representada por su Gerente General Ing. CARLOS ALBERTO MOSQUEIRA LOVÓN, con DNI N° 23874004; y de otra parte la Srta. YOVANA HUALLPA NINA, con DNI N° 73354158, con domicilio en la APV Virgen del Rosario K-14, del distrito de Santiago, provincia y departamento del Cusco; y el Sr. HERMES RICARDO HUAMÁN HUAMÁN, con DNI N° 48320345, con domicilio en la Urb. Nueva Alta, Calle La Florida s/n del distrito y provincia de Anta, departamento del Cusco; a quienes en adelante se les denominará "LOS BACHILLERES"; en los términos y condiciones siguientes:

**PRIMERO: DE LOS ANTECEDENTES**

EPS SEDACUSCO S.A. tiene por objeto realizar todas las actividades vinculadas a la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el ámbito de su administración y responsabilidad, aplicando políticas de desarrollo, control, operación, mantenimiento, planificación, normatividad, preparación de proyectos, ejecución de obras, supervisión, asesoría y asistencia técnica de conformidad al Decreto Supremo N° 005-2020-VIVIENDA, que aprueba el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 1280 que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; y el D.S. N° 019-2017-VIVIENDA, que aprueba su Reglamento; y su Estatuto Social;

Los BACHILLERES, son egresados de la Escuela Profesional de Biología de la UNSAAC, quienes mediante Hoja de envío N° 2688, solicitan autorización para realizar un trabajo de investigación para obtener el Título Profesional de Biólogo, con el tema denominado Evaluación de la Calidad de Agua mediante Diatomeas (Bacillariophyta) de los tributarios de la Microcuenca Piuray – Korimarca Chinchero – Urubamba – 2021; por lo que piden se haga en las instalaciones del Laboratorio de Control de Procesos de Producción de Agua – Planta Santa Ana, con las facilidades para los análisis detallados en el perfil así como para la toma de muestras en el área de estudio.

**SEGUNDO: DE LA BASE LEGAL**

El presente Convenio, se desarrollará sujetándose al siguiente Marco Legal.

- ✓ Constitución Política del Estado
- ✓ Ley Universitaria N° 23733

AV. ANSELMO ALVÁREZ N° 364 - WANCHAQ - CUSCO - TELEFONOS 244424 - 225421 FAX: 236321 - 244220  
EMAIL: postmast@sedacusco.com.pe WEB: http://www.sedacusco.com.pe



- ✓ D. S. N° 005-2020-VIVIENDA, que aprueba el T.U.O. del D. Leg. N° 1280 que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento
- ✓ D.S. N° 019-2017-VIVIENDA, que aprueba su Reglamento
- ✓ Estatuto Social de la EPS SEDACUSCO S.A.
- ✓ Informe N° 267-2021-GO-EPS.SEDACUSCO S.A.

**TERCERO: DEL OBJETO**

Es objeto del presente Convenio facilitar las condiciones y mecanismos para la realización de los trabajos de investigación del tema denominado Evaluación de la Calidad de Agua mediante Diatomeas (Bacillariophyta) de los tributarios de la Microcuenca Pluray – Korimarca Chinchero – Urubamba – 2021 (cuyos resultados son de interés para la EPS SEDACUSCO S.A.); los mismos que han de ser ejecutados por los BACHILLERES, para optar el título profesional de Biólogo de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

**CUARTO: DE LAS OBLIGACIONES**

Constituyen obligaciones de las partes las que a continuación se detallan:

**OBLIGACIONES DE LA EPS SEDACUSCO S.A.**

- 1) Facilitar el acceso a la fuente de estudio para la toma de muestras en las mismas fechas del monitoreo mensual
- 2) Permitir el acceso al Laboratorio de Control de Procesos de Producción de Agua en la PTAR Santa Ana
- 3) Permitir el uso de equipo, materiales y reactivos necesarios para el análisis de los parámetros biológicos, bacteriológicos y físico químicos
- 4) Apoyo con materiales necesarios, medios de cultivo, reactivos disponibles en el Laboratorio sin generar gastos adicionales
- 5) Apoyo con asesoramiento y supervisión del Equipo Funcional de Control de Procesos de Producción de Agua a cargo de la Bióloga Giovana Ataucóncha Becerra.

**OBLIGACIONES DE LOS BACHILLERES.**

- 1) Dado a que el resultado también les ha de beneficiar para obtener su Título Profesional, cualquier trabajo de apoyo en las actividades del Laboratorio será Ad Honorem
- 2) Los ambientes, equipos y materiales de vidrio deberán ser utilizados con cuidado y devueltos en las mismas condiciones encontradas.
- 3) Alcanzar informes mensuales del avance del trabajo de investigación y/o cualquier incidente que resulte del mismo.
- 4) Toda la información que se genere, producto del referido trabajo será de propiedad de la EPS SEDACUSCO S.A., y solo podrá ser utilizada en los volúmenes correspondientes a la tesis a ser presentada ante la Universidad.
- 5) Cualquier copia o publicación del trabajo de tesis, deberá hacerse previa autorización de la EPS SEDACUSCO S.A.





**EPS  
SEDACUSCO**

"Solo Cusco Protegemos nuestra ambiente" S.A.

6) Alcanzar un ejemplar original a la EPS SEDACUSCO S.A., de los resultados obtenidos al término de la investigación.

**QUINTO: DE LA EVALUACIÓN**

Las partes evaluarán coordinadamente los compromisos asumidos en el marco del presente Convenio y emitirán las observaciones, recomendaciones y las medidas correctivas correspondientes.

**SEXTO: DE LA RESOLUCIÓN**

El presente Convenio podrá ser resuelto:

- Por mutuo acuerdo de las partes.
- Por decisión de una de las partes, en caso de incumplimiento de la otra de una o más de las obligaciones establecidas en el presente Convenio, para cuyo fin previamente deberá requerir por escrito su cumplimiento y en los domicilios señalados en el presente, en un plazo no menor de quince (15) días naturales; A cuyo vencimiento e incumplimiento se dará por terminado el Convenio.

**SÉPTIMO: DE LA SOLUCION DE CONTROVERSIAS**

Cualquier diferencia derivada de la interpretación, ejecución y/o aplicación del presente Convenio será resuelta por las partes de común acuerdo a través de la Conciliación.

**OCTAVO: DE LA RATIFICACION**

Las partes en señal de conformidad y ratificación de las Cláusulas precedentes, suscriben el presente Convenio, aclarando además que no ha mediado vicio de voluntad alguno que pueda ser causal de su anulación, comprometiéndose a su fiel cumplimiento.

Cusco, 23 de julio de 2021.



**EPS  
SEDACUSCO**  
  
 ING. CARLOS A. MOSQUEIRA LOVÓN  
 GERENTE GENERAL (e)

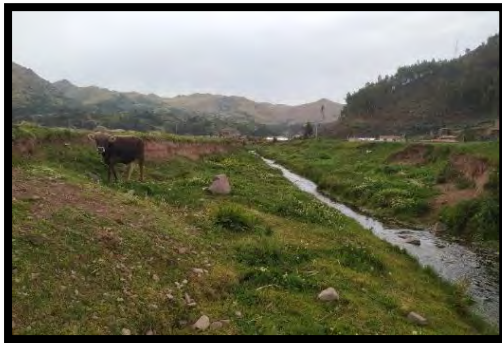
DNI: 73359158

c.c  
 - GO  
 - GAF  
 - Interesados  
 CAML/MJHZ/yrbp

DNI: 48320345

*Anexo 9: Registro fotográfico de impactos.*

*Actividad pecuaria.*



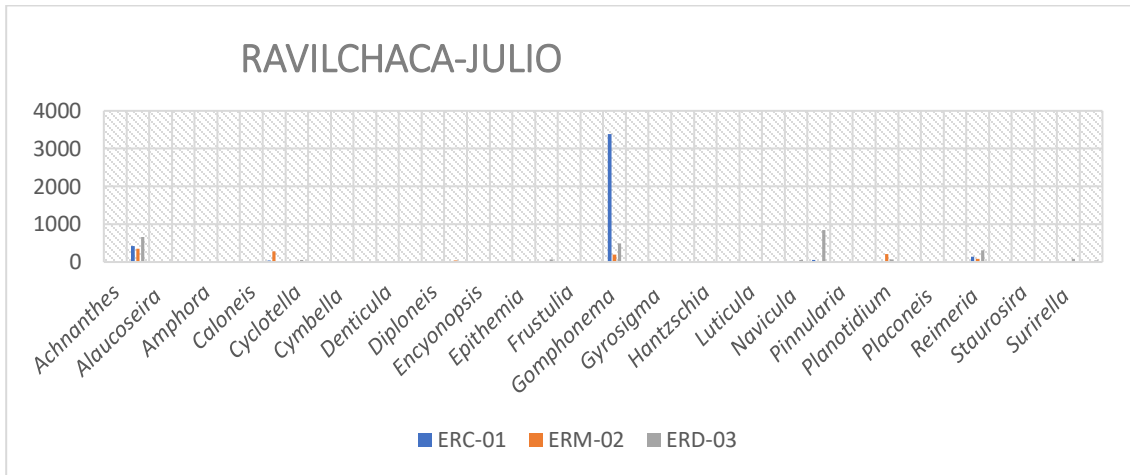
*Contaminación con residuos sólidos producto de la actividad antrópica.*



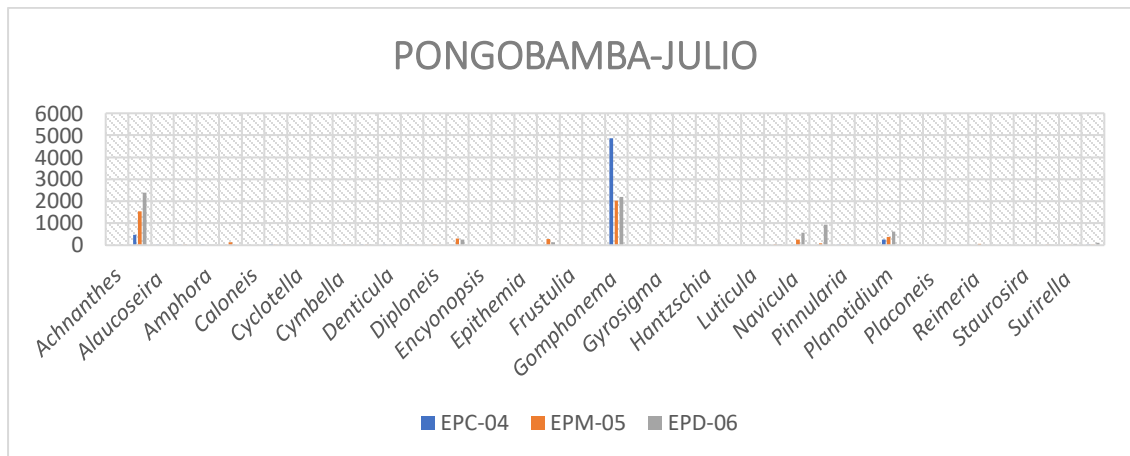
**Anexo: 10**

**1.1.-Análisis de la composición de Bacillariophyta a nivel de genero a lo largo de los tributarios de la Microcuenca Piuray- Korimarca-**

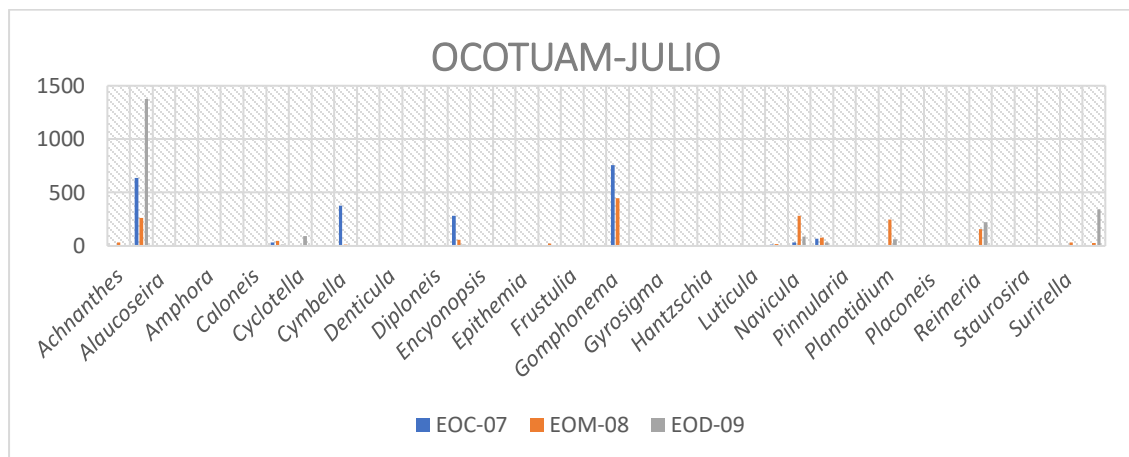
**Figura1:** *Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca Julio.*



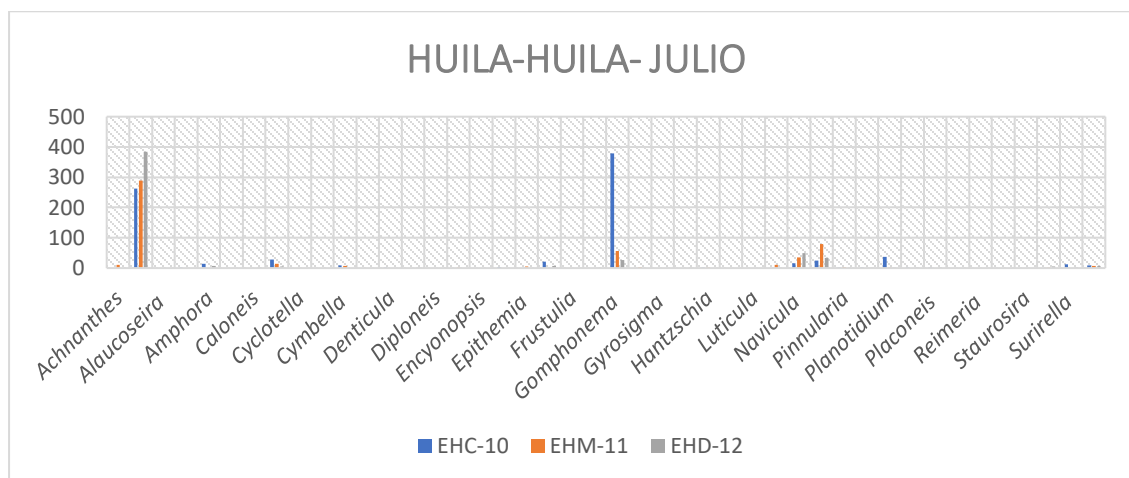
**Figura 2:** *Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba Julio*



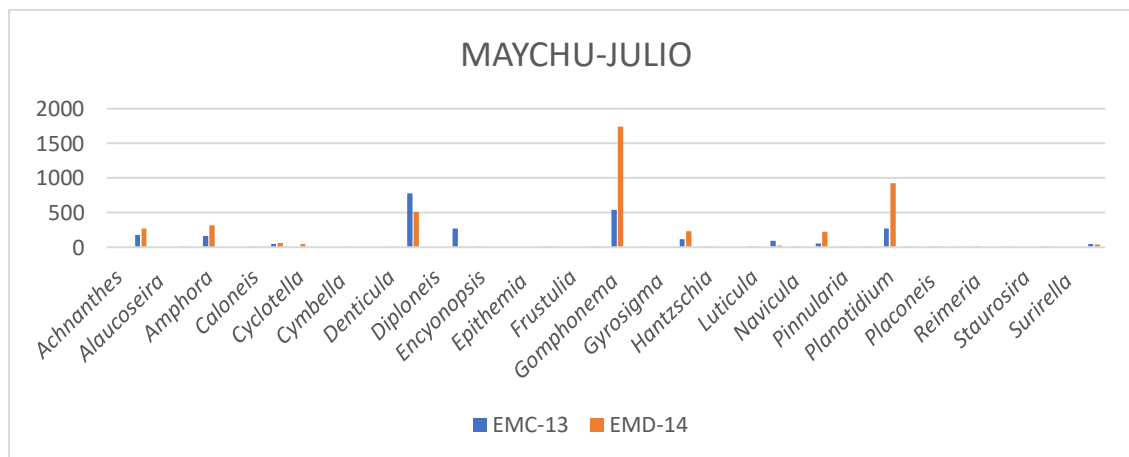
**Figura 3:** Composición de Bacillariophyta del tributario Ocotuan del mes de Julio.



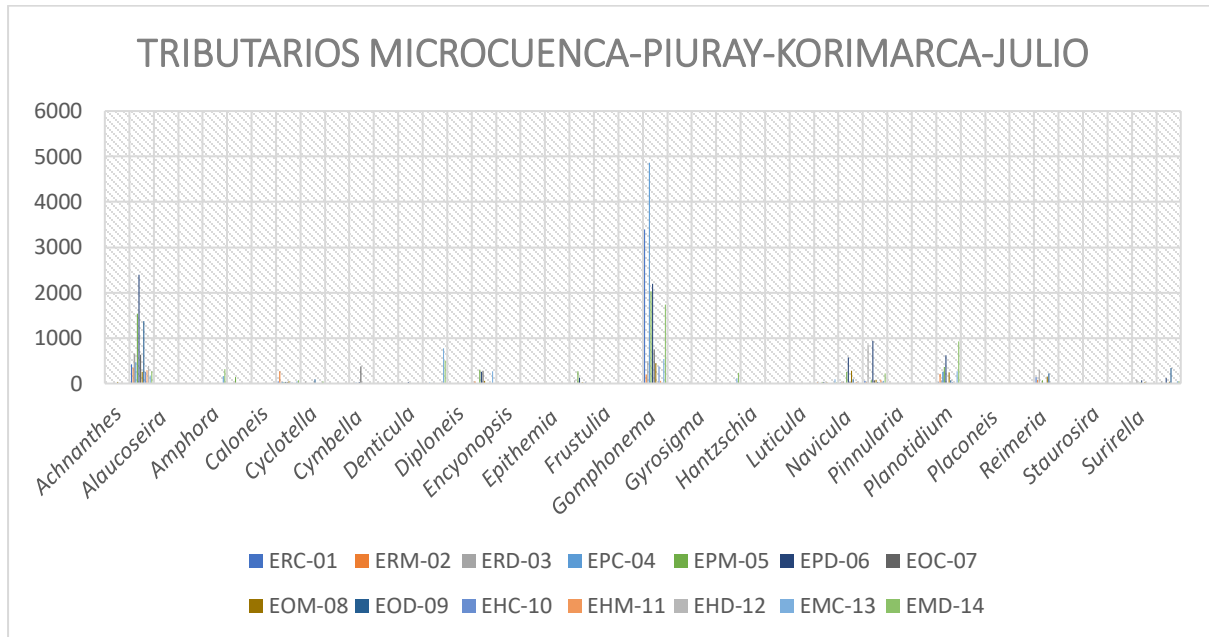
**Figura 4:** Composición de Bacillariophyta del tributario Huila-Huila del mes de Julio.



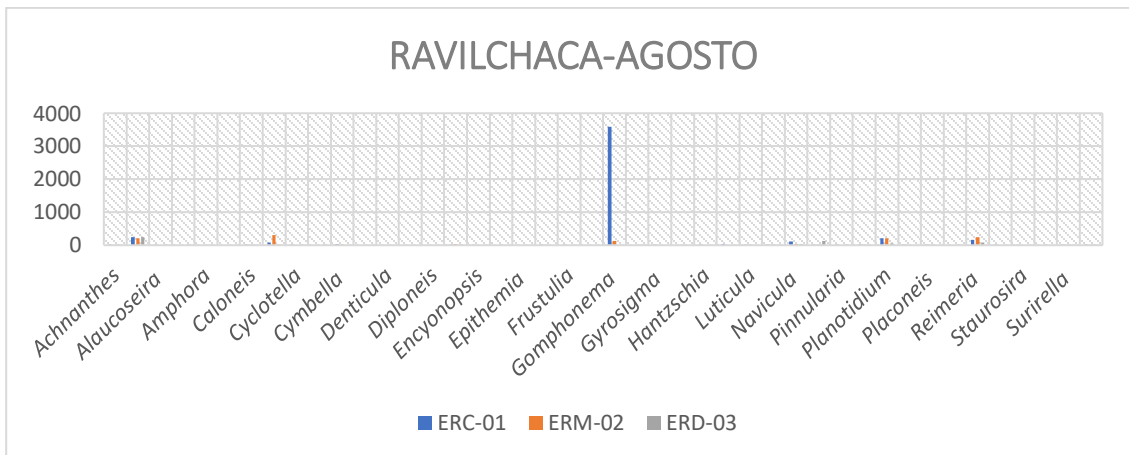
**Figura 22:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu del mes de Julio.



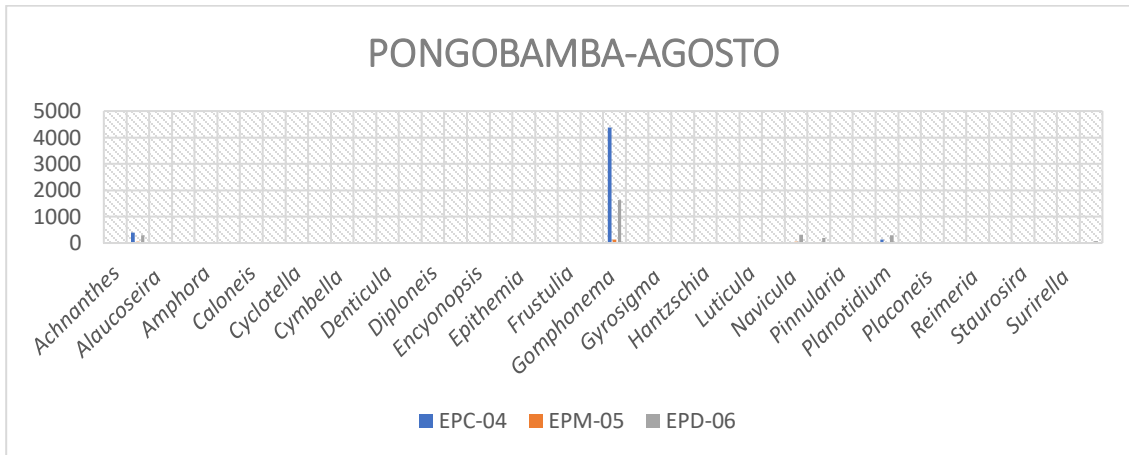
**Figura 6:** Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca Piuray-Korimarca- Julio.



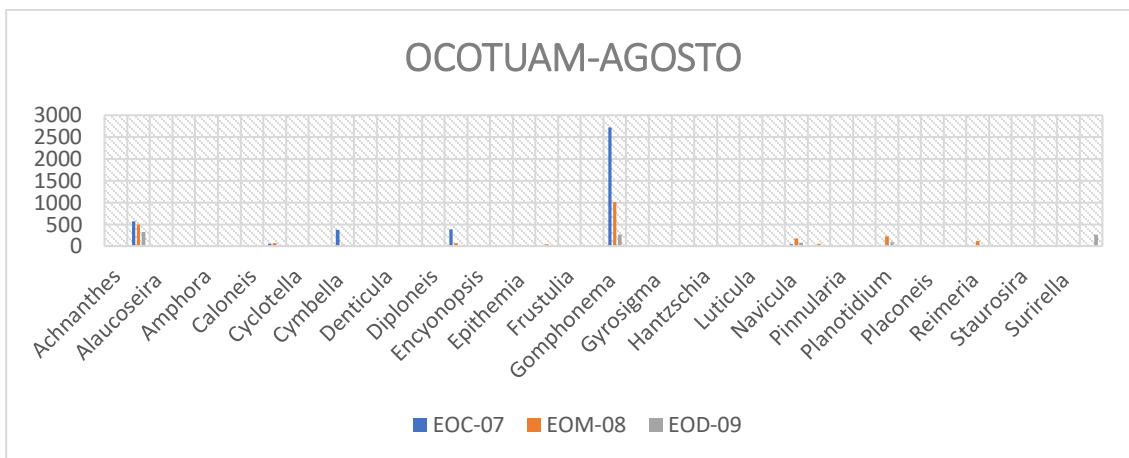
**Figura 7** Composición de Bacillariophyta del tributario Ravilchaca mes Agosto.



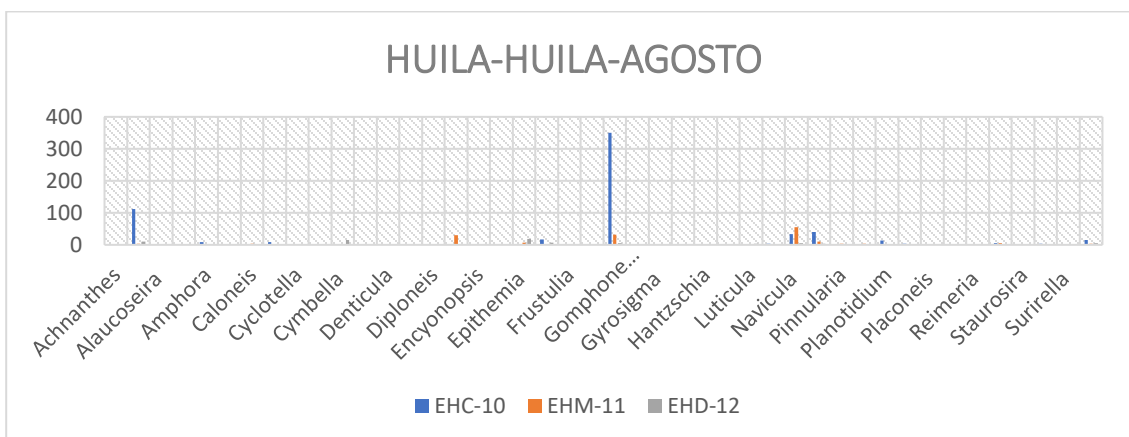
**Figura 8:** *Composición de Bacillariophyta del Tributario de Pongobamba-Agosto*



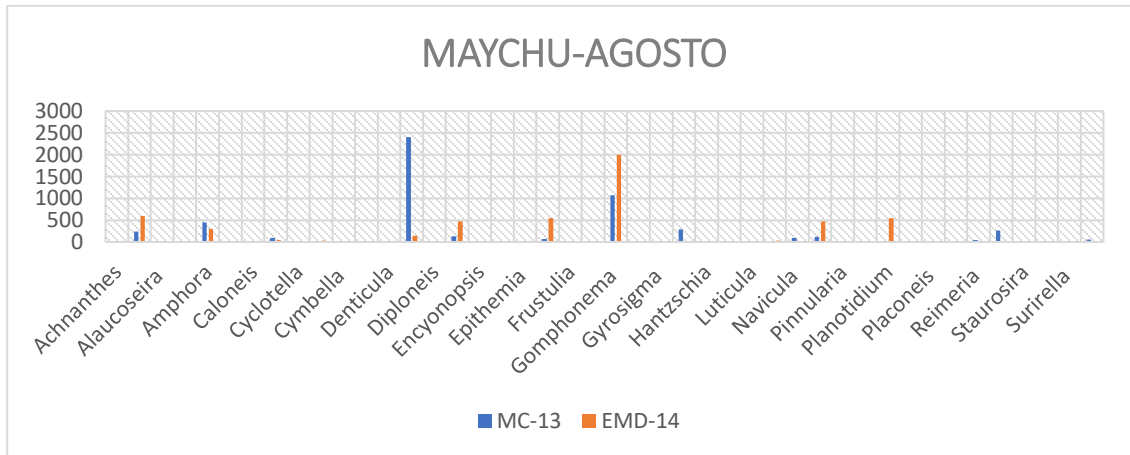
**Figura 9:** *Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuam-Agosto*



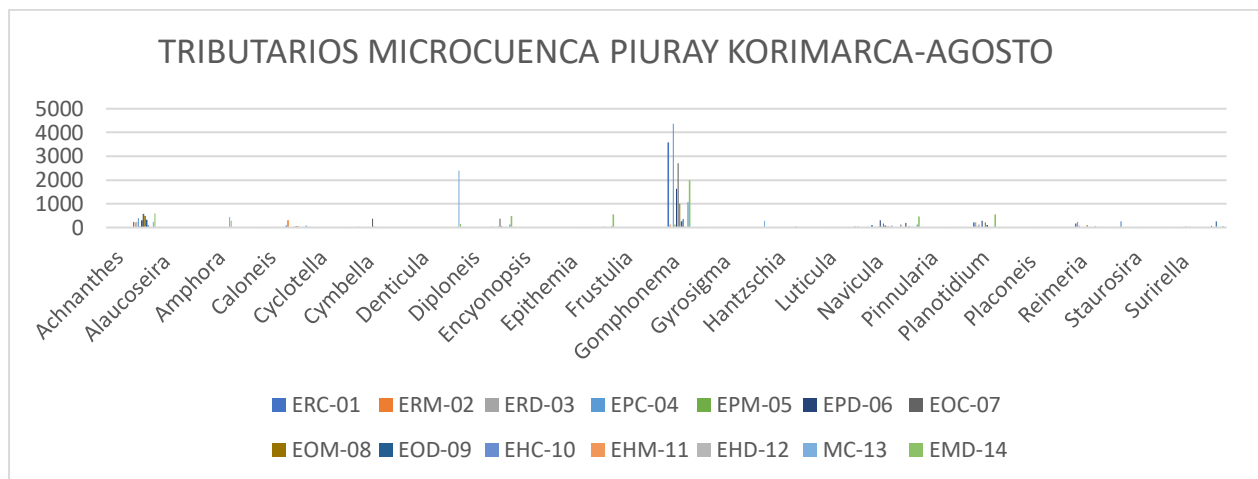
**Figura 10:** *Composición de Bacillariophyta del tributario de Huila Huila Agosto.*



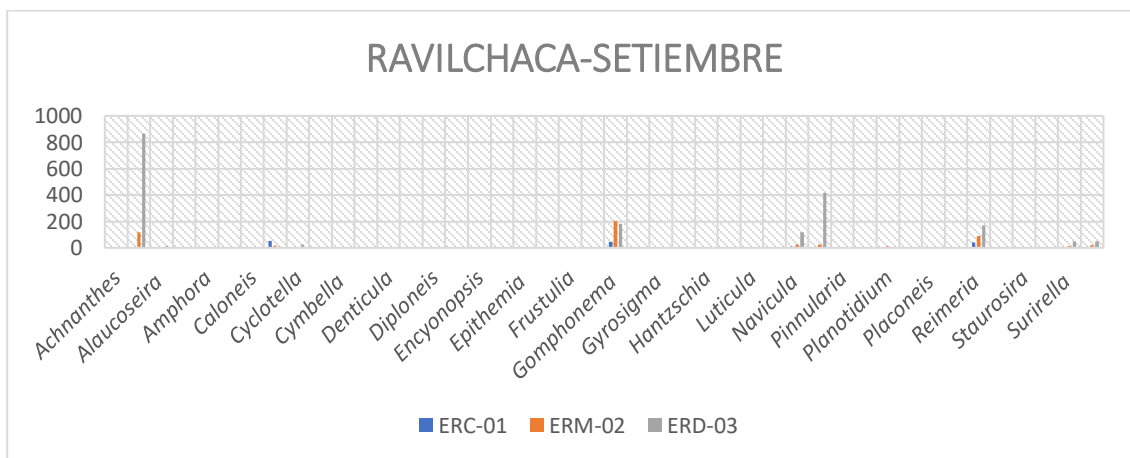
**Figura 11:** Composición de Bacillariophyta del Tributario de Maychu Agosto



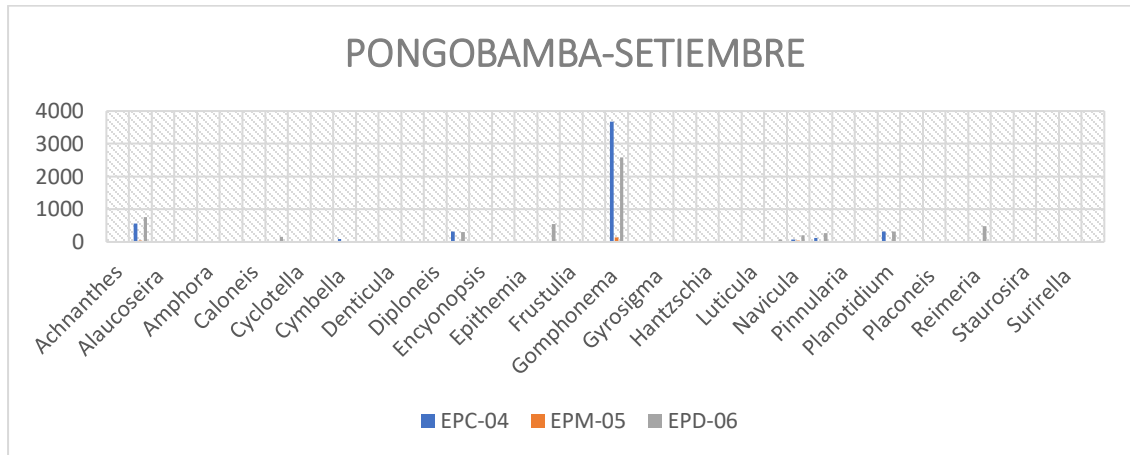
**Figura 12:** Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca Piuray-Korimarca -Agosto



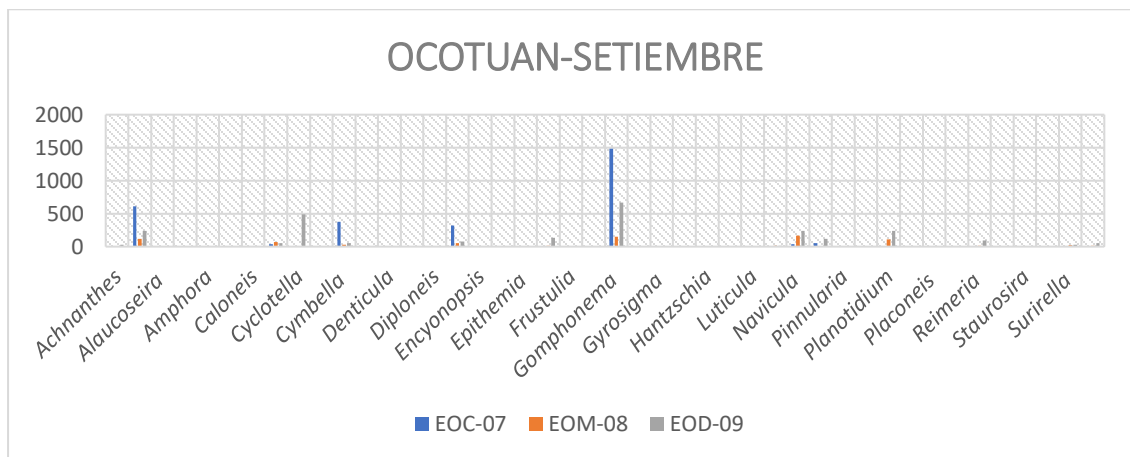
**Figura 13:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca Setiembre



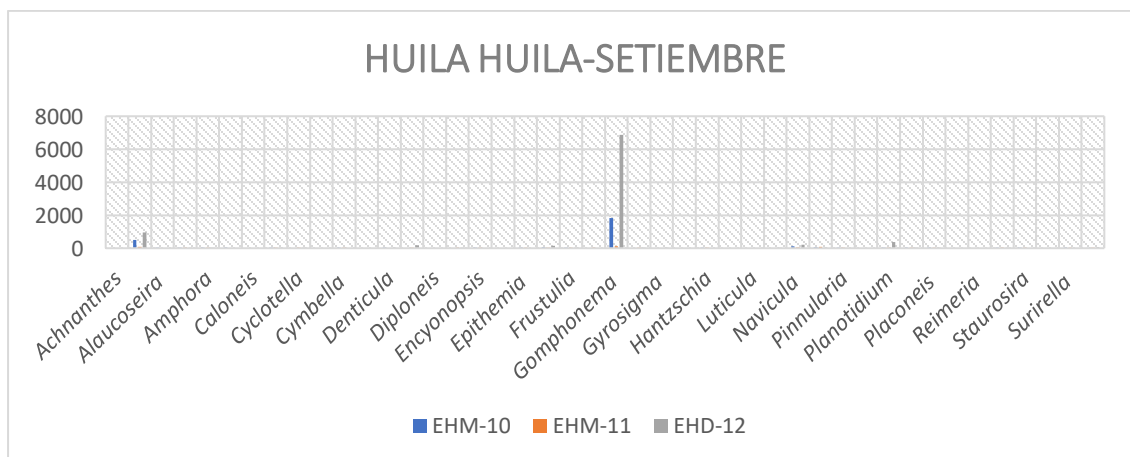
**Figura 14:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba Setiembre



**Figura 15:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan Setiembre

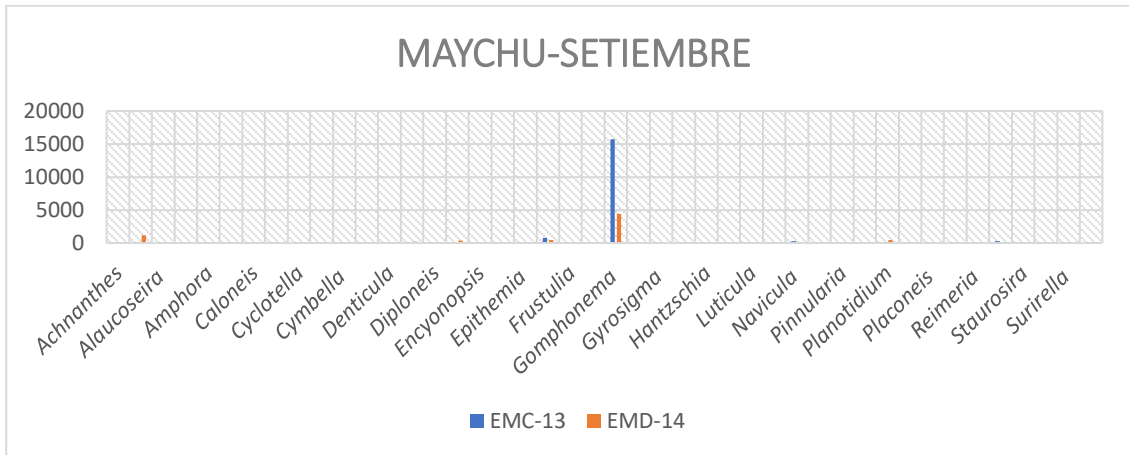


**Figura 16:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Huila Huila Setiembre

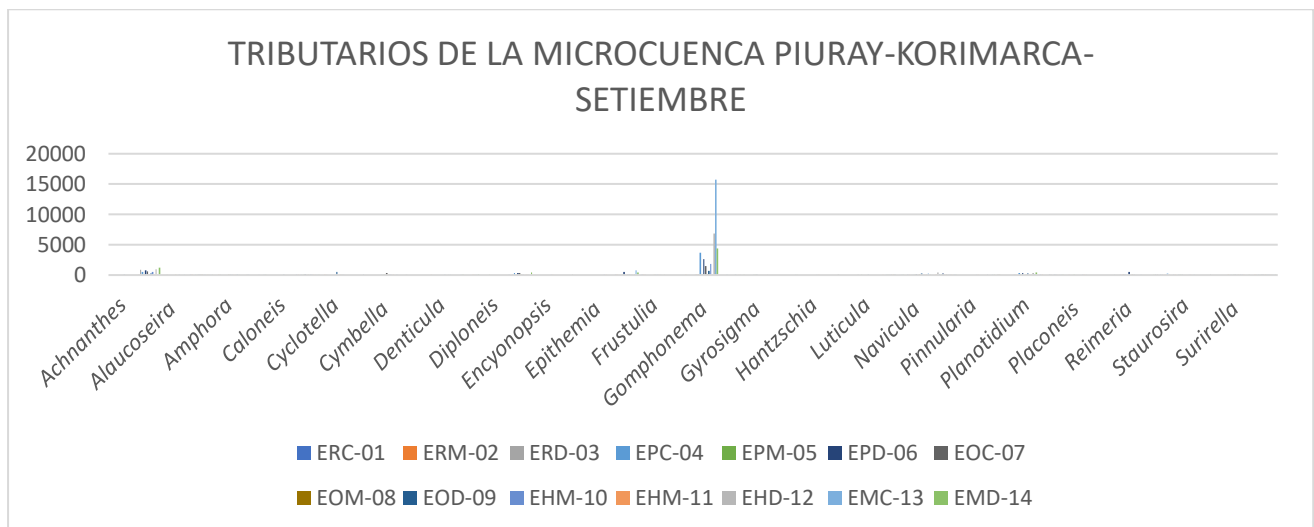




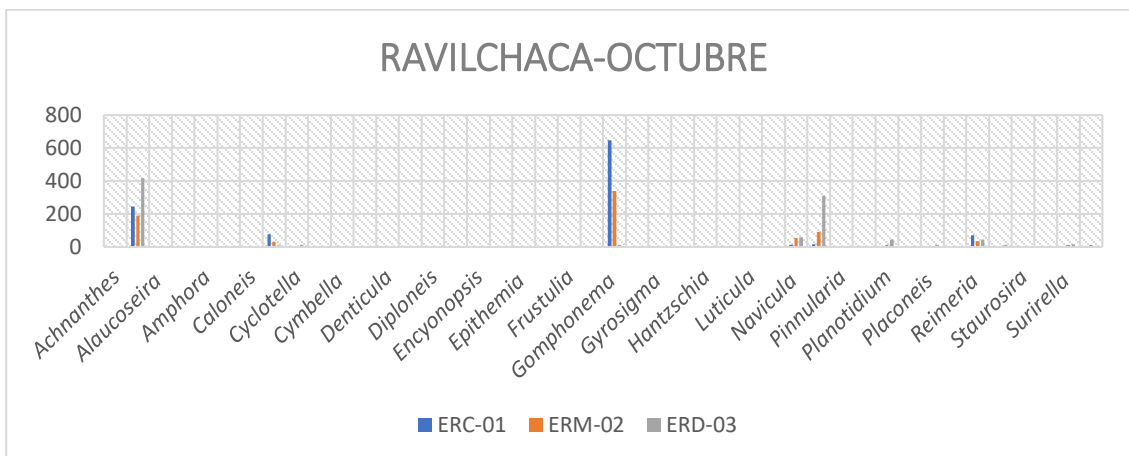
**Figura 17:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu Setiembre



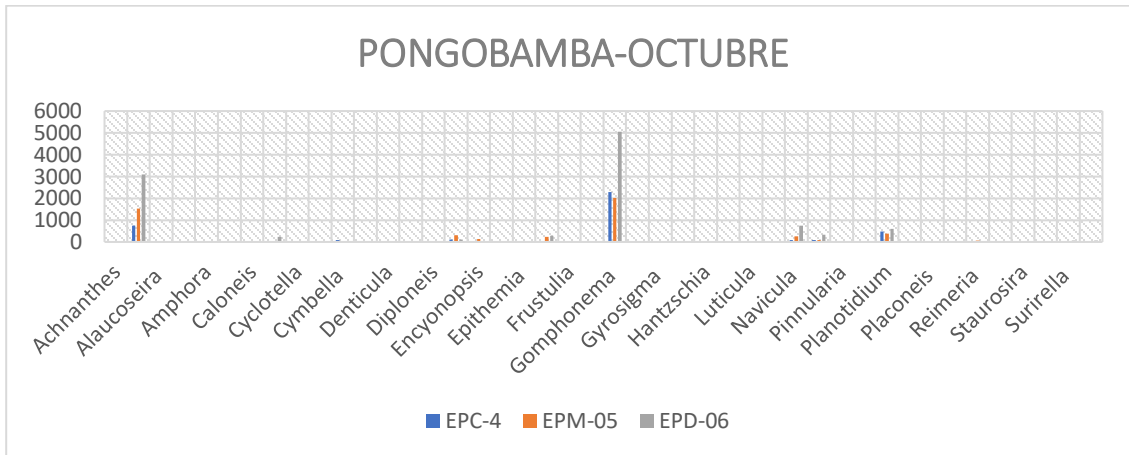
**Figura 18:** Composición de Bacillariophyta la Microcuenca Piuray-Korimarca-Setiembre



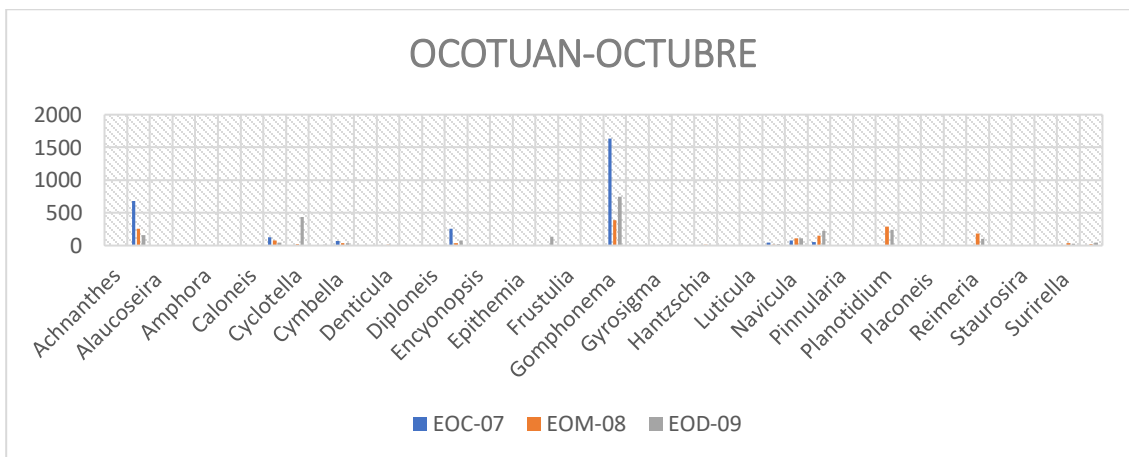
**Figura 19:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca octubre



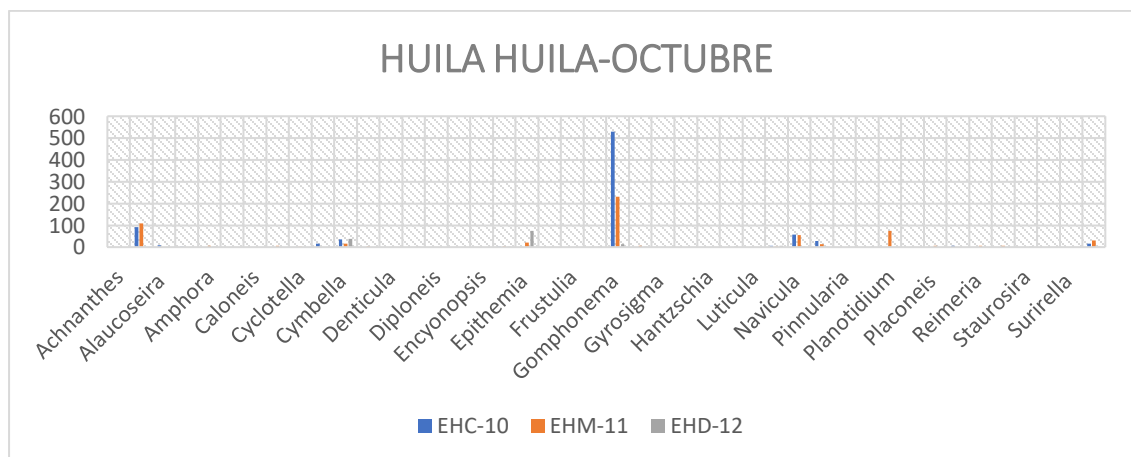
**Figura 20:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba octubre



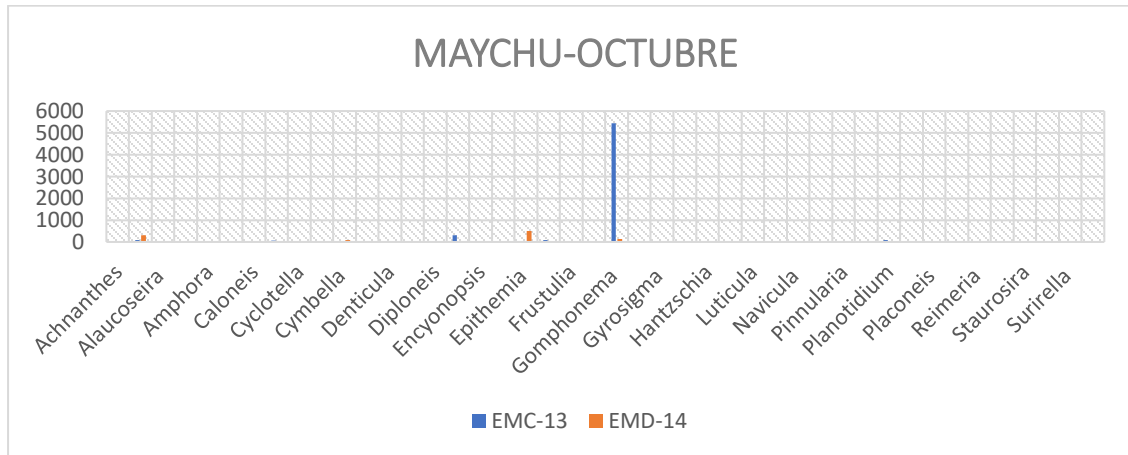
**Figura 21:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan-octubre



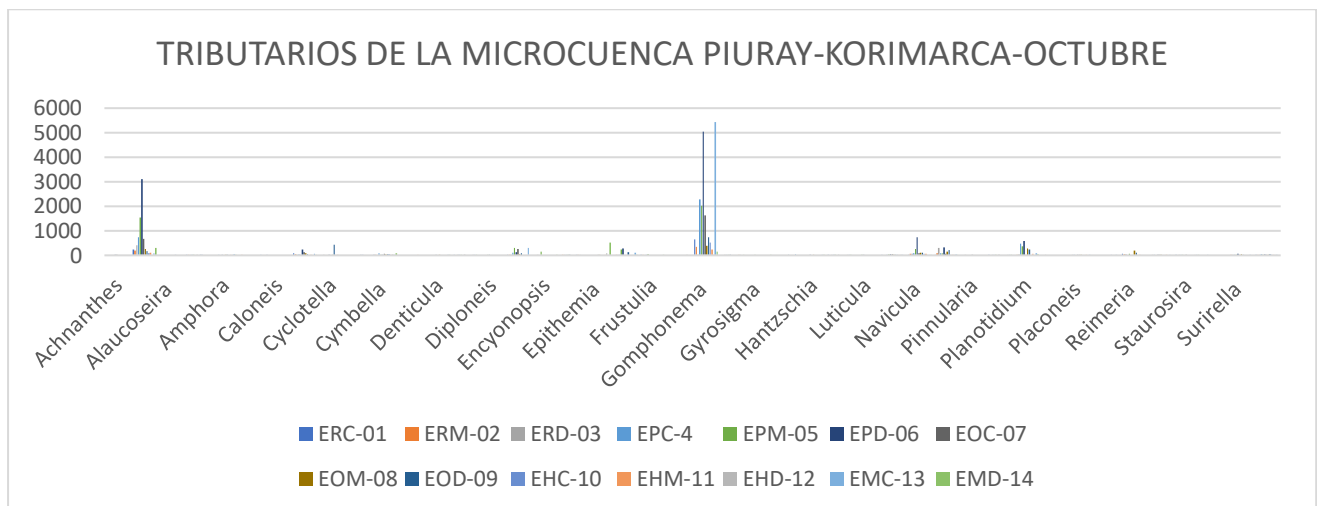
**Figura 22:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Huila Huila - octubre



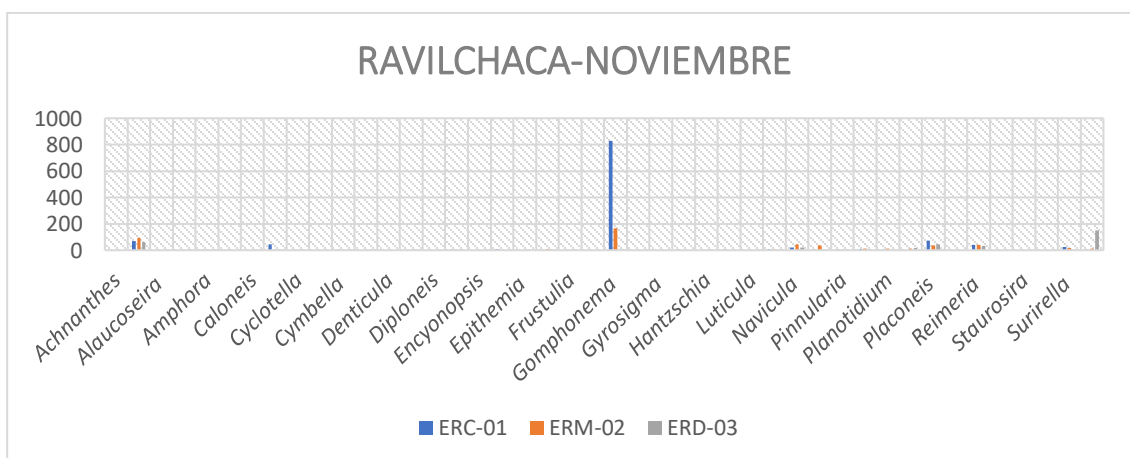
**Figura 23:** Composición de Bacillariophyta de tributario de Maychu - octubre



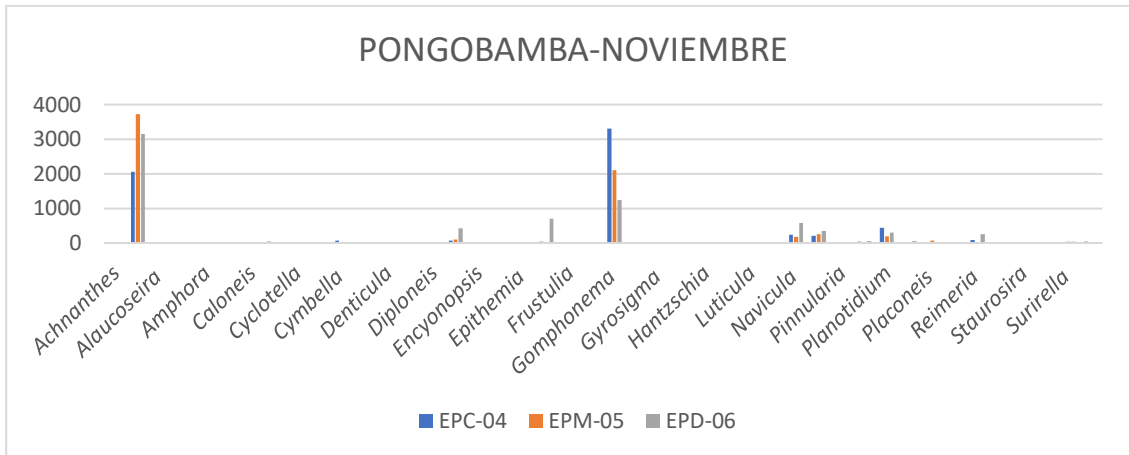
**Figura 24:** Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca Piuray Korimarca – Octubre



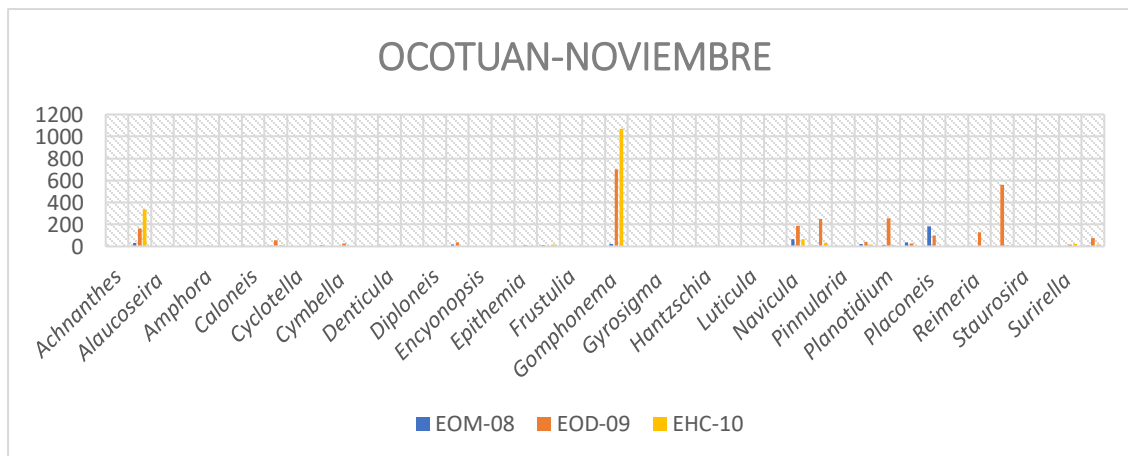
**Figura 25:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca - noviembre



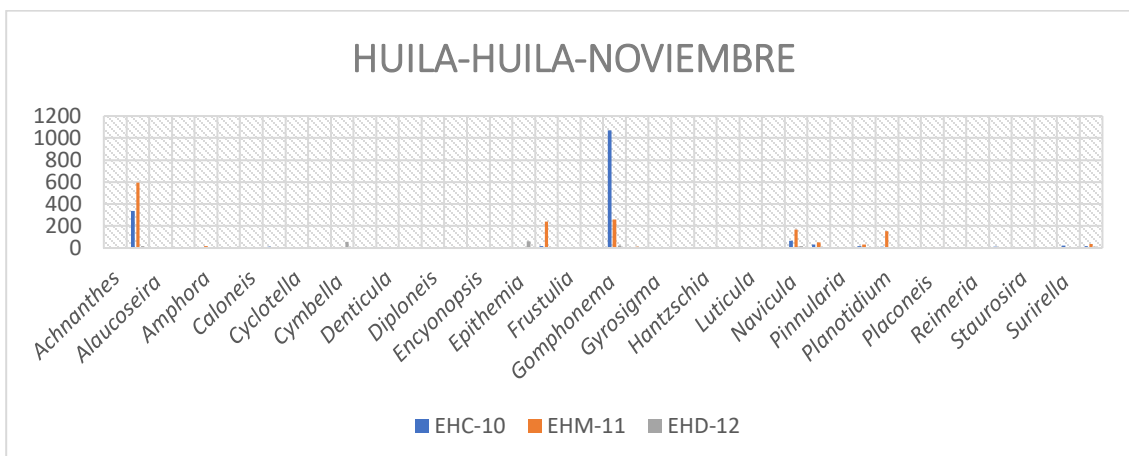
**Figura 26:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba - noviembre



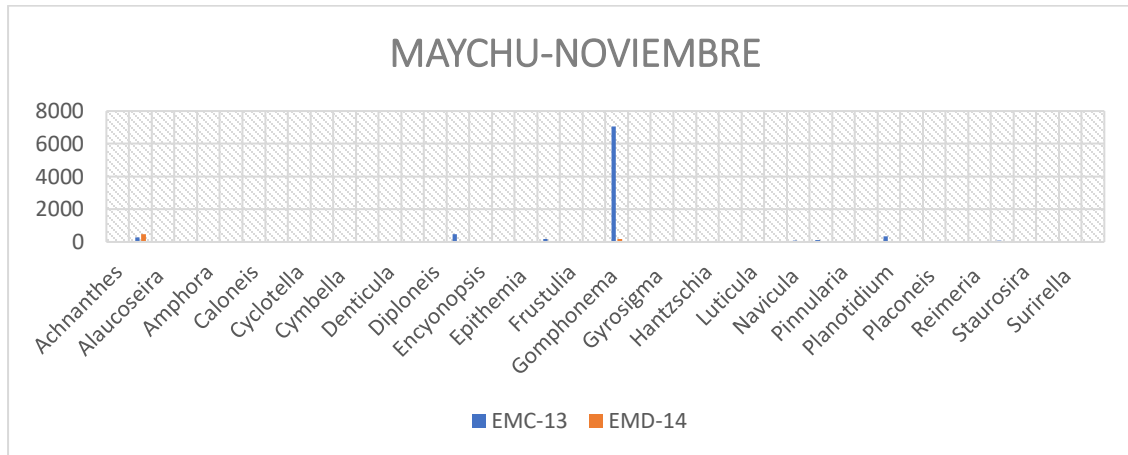
**Figura 27:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan - noviembre



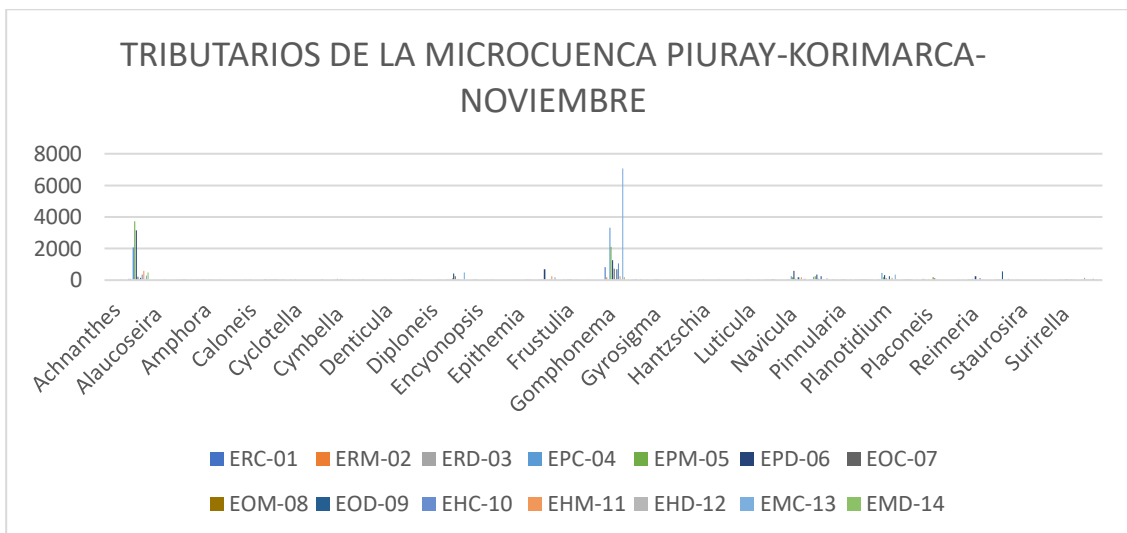
**Figura 28:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Huila Huila - noviembre



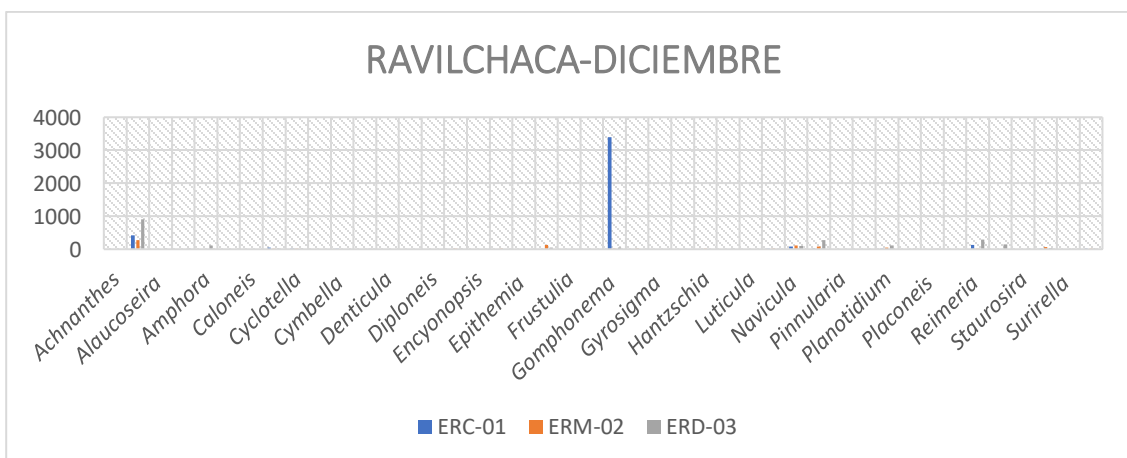
**Figura 29:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu - noviembre



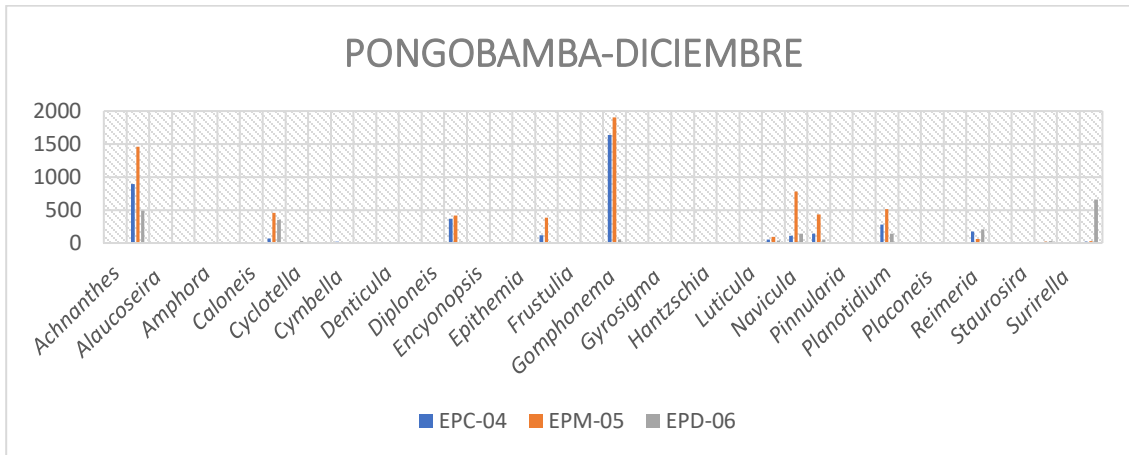
**Figura 30:** Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca Piuray-Korimarca - noviembre



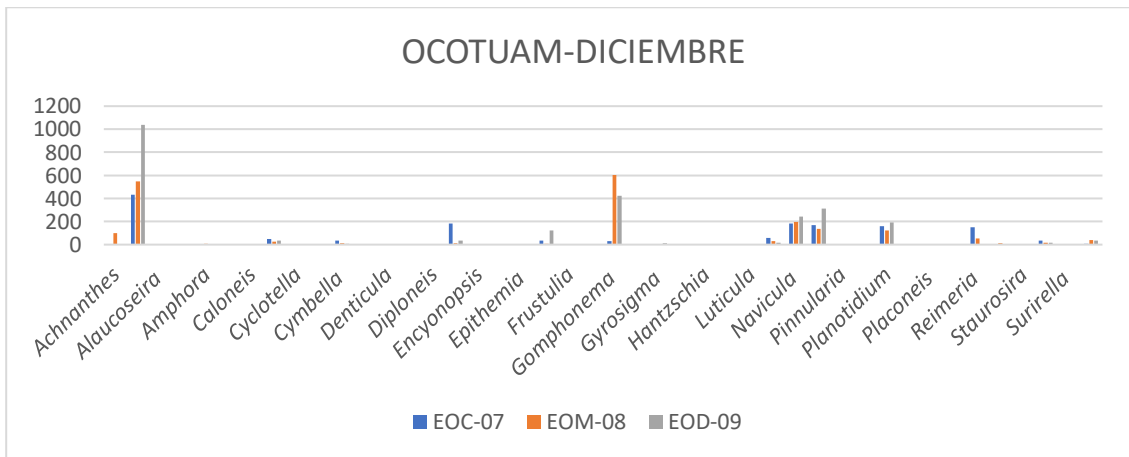
**Figura 31:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca – Diciembre.



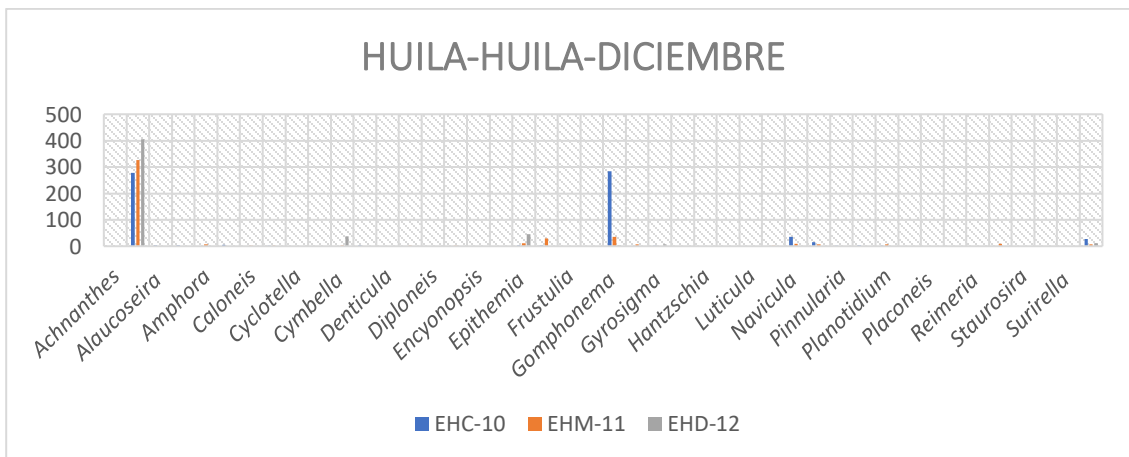
**Figura 32:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba – Diciembre.



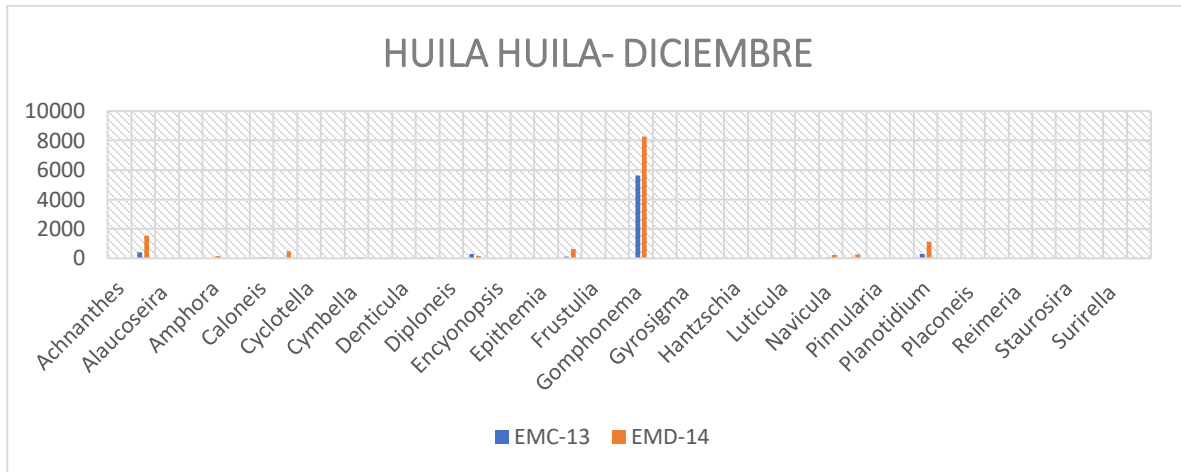
**Figura 33:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan – Diciembre.



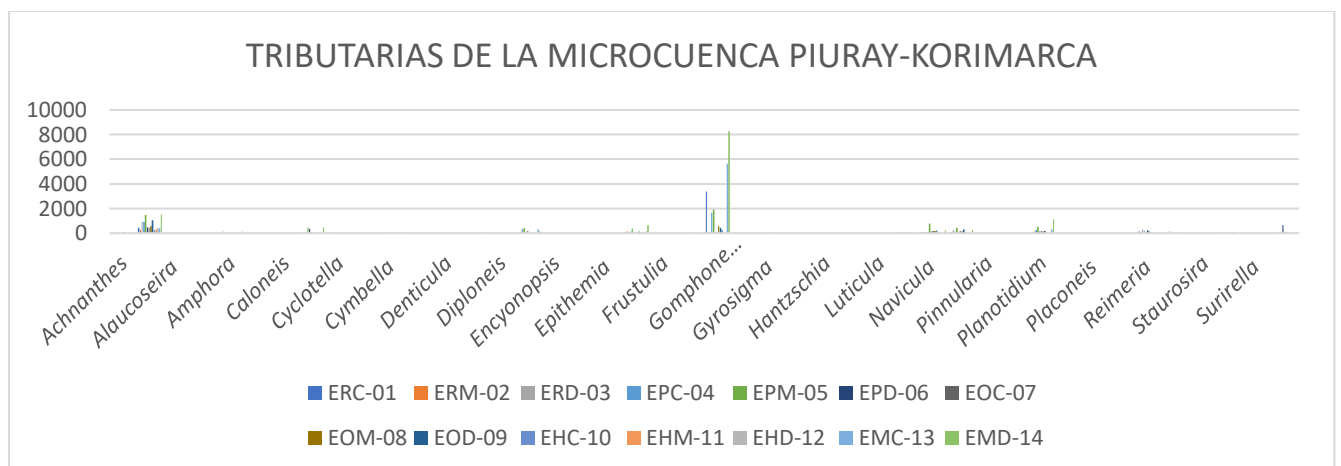
**Figura 34:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Huila Huila – Diciembre.



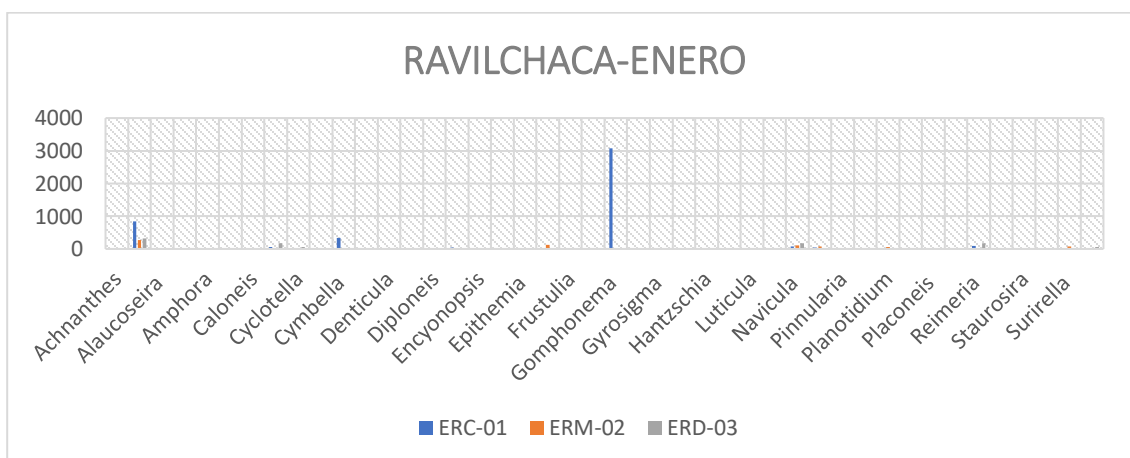
**Figura 35:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu – Diciembre.



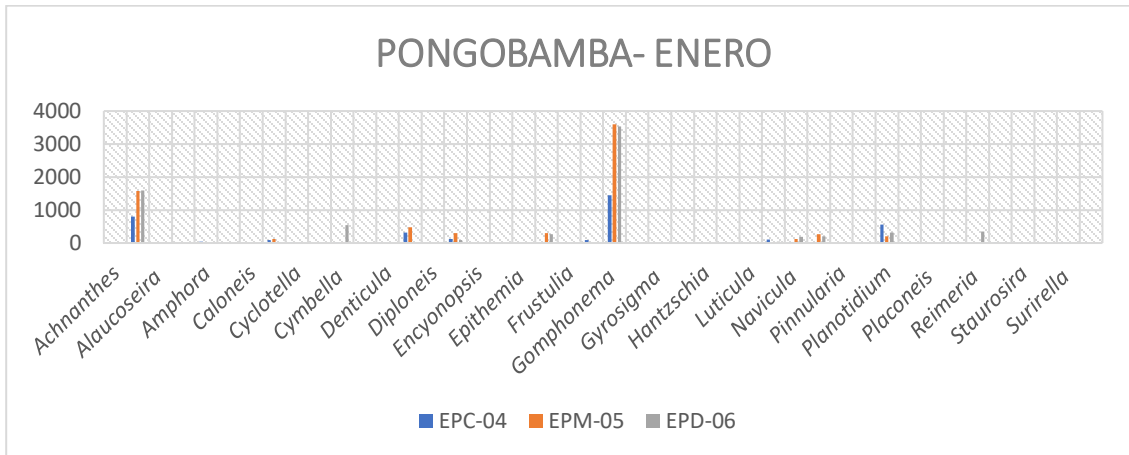
**Figura 36 -**Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca –Piuray-Korimarca - diciembre.



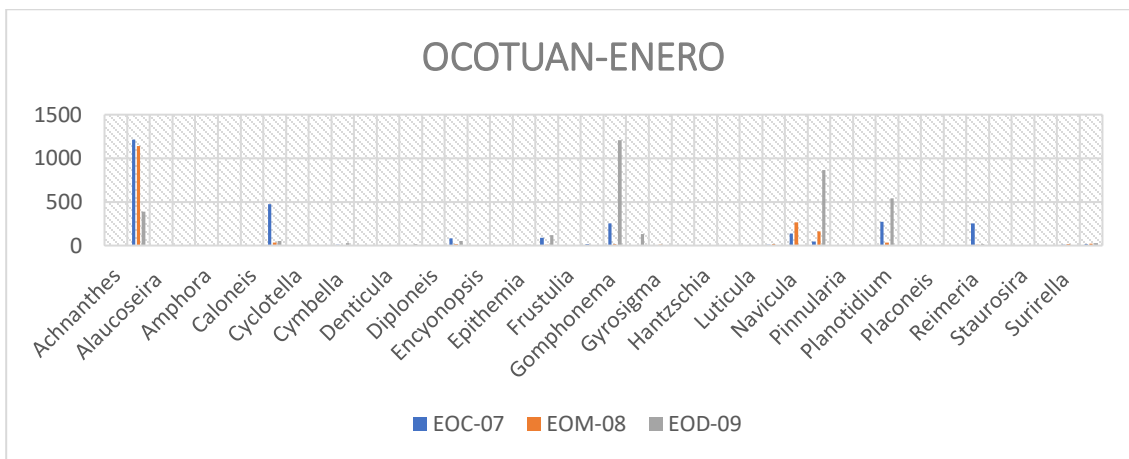
**Figura 37:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca – Enero.



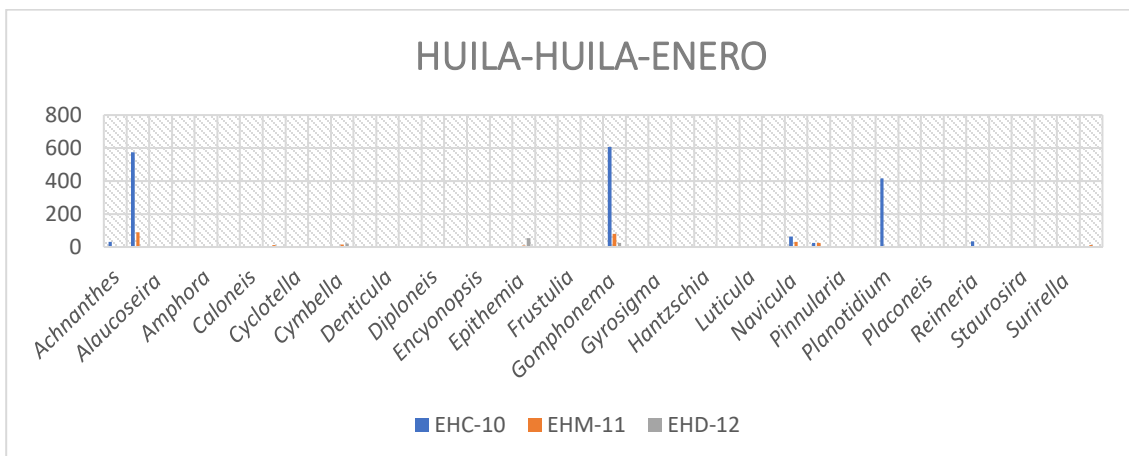
**Figura 38:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba – Enero.



**Figura 39:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan – Enero

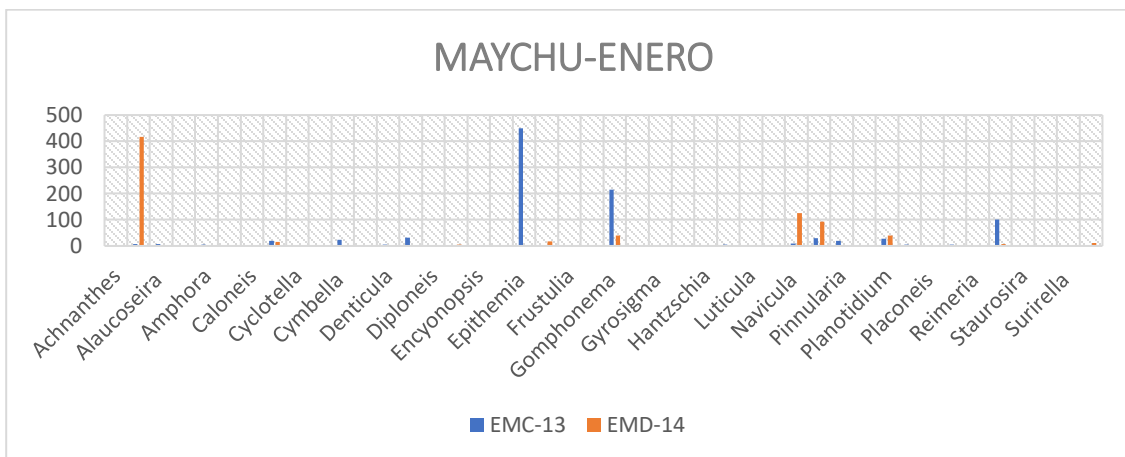


**Figura 40:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan – Enero.

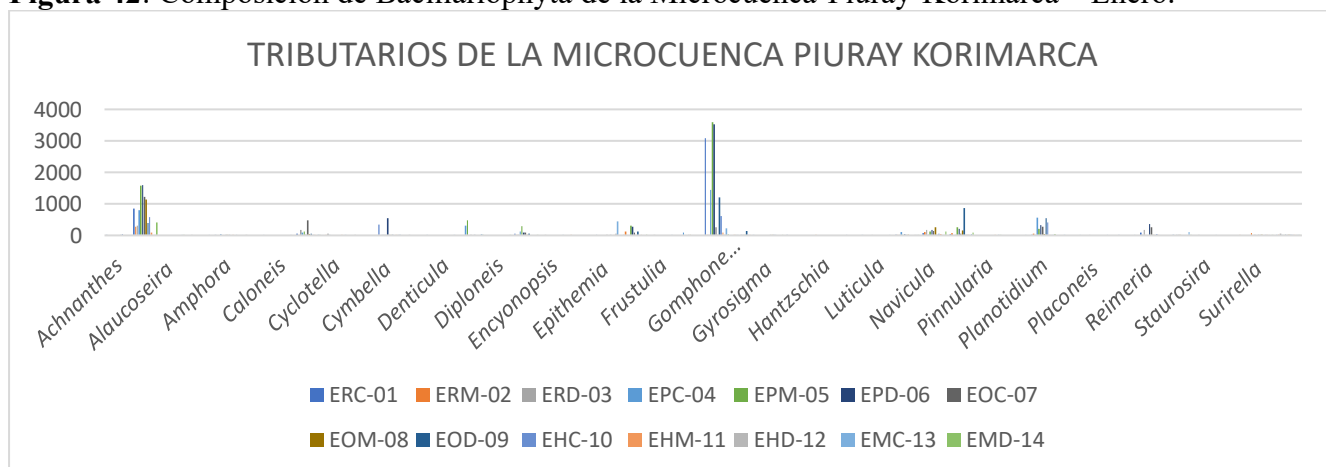




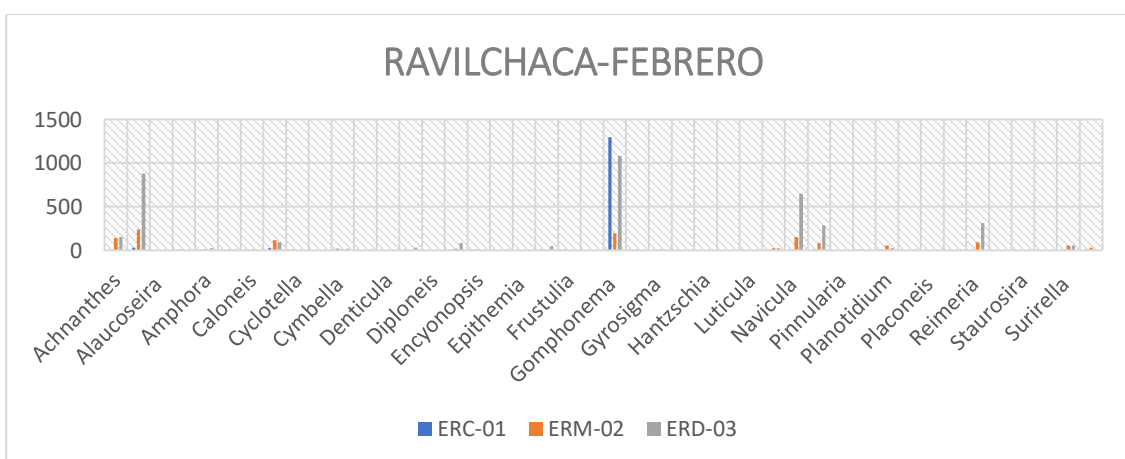
**Figura 41:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu – Enero



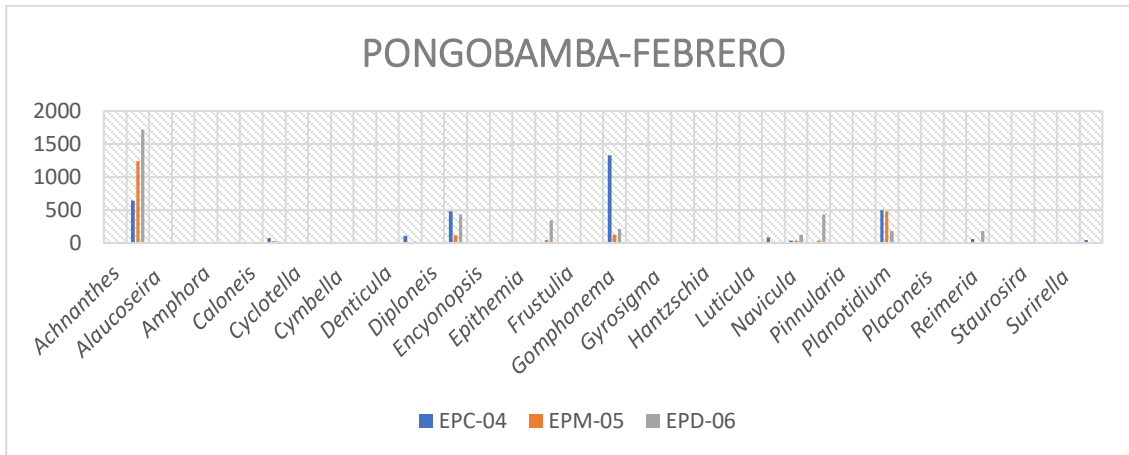
**Figura 42:** Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca-Piuray-Korimarca – Enero.



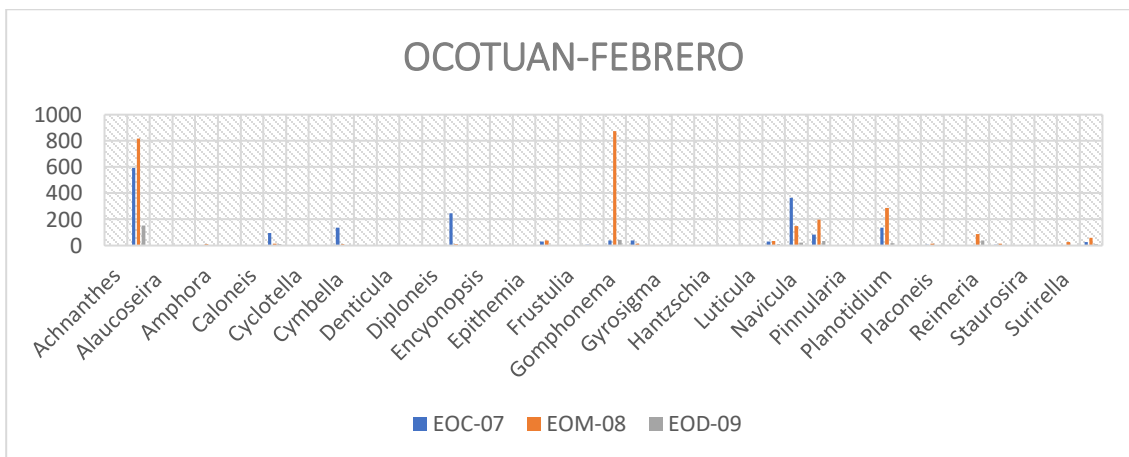
**Figura 43:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ravilchaca –Febrero.



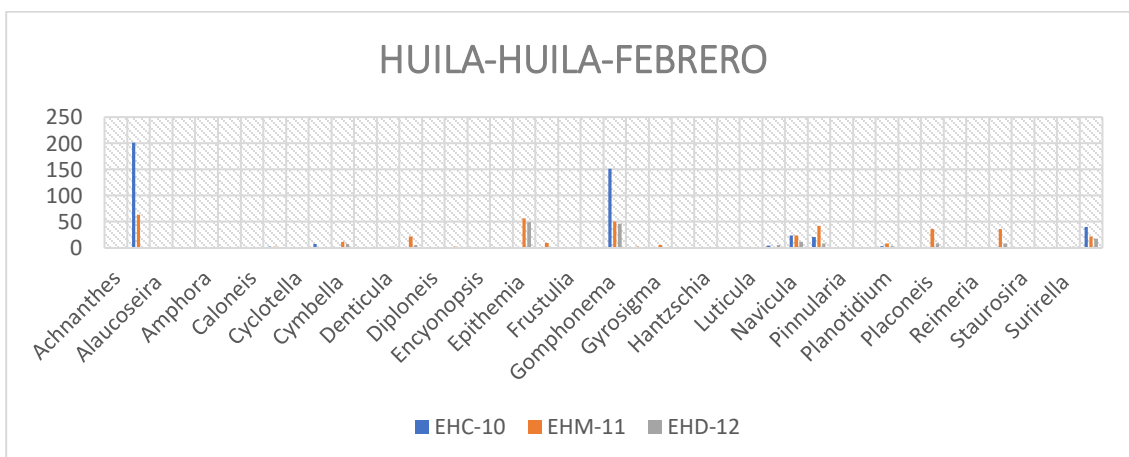
**Figura 44:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Pongobamba –Febrero.



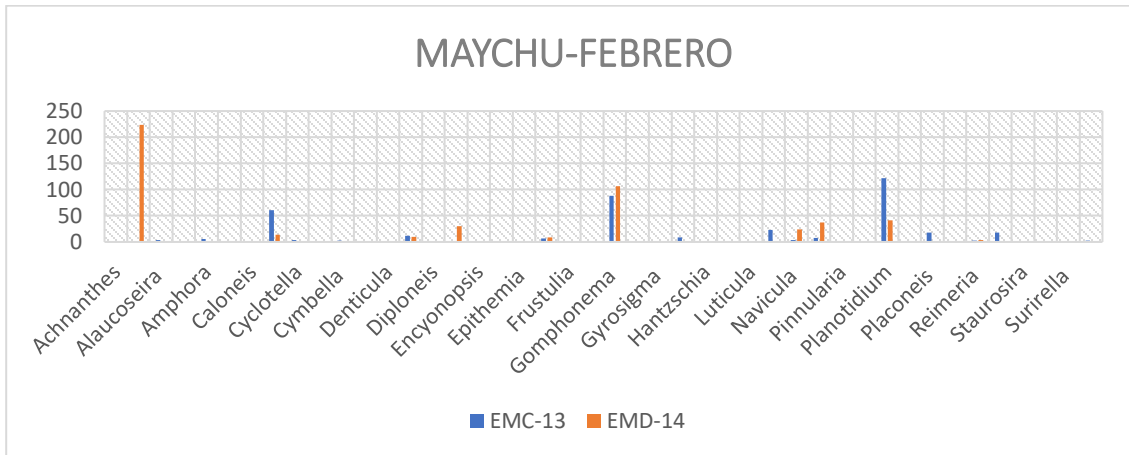
**Figura 45:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Ocotuan –Febrero.



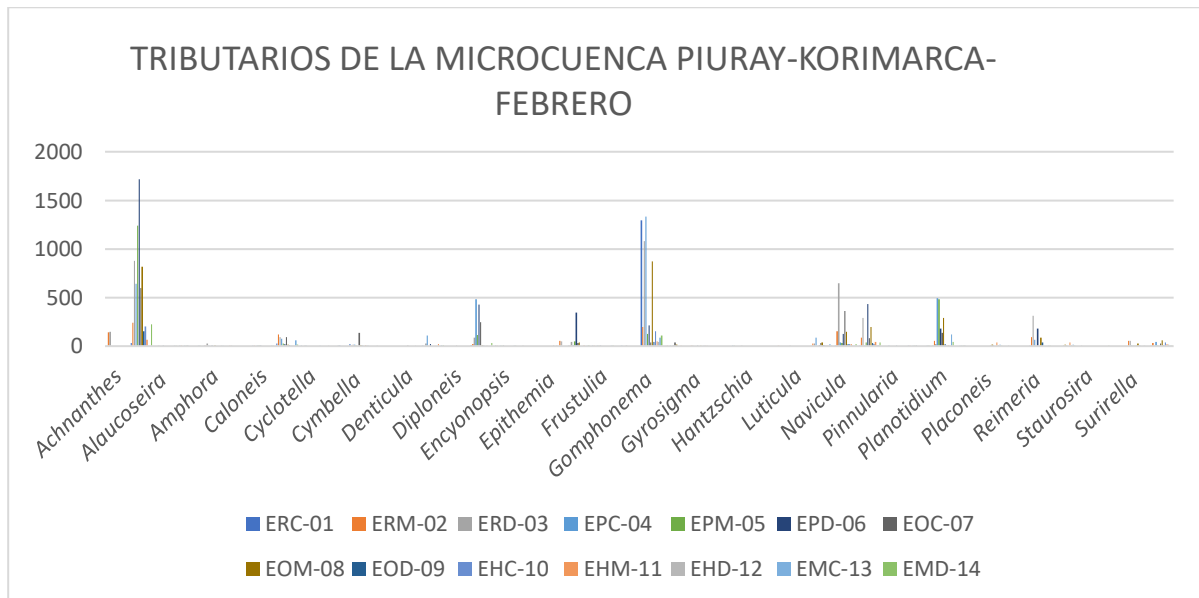
**Figura 46:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Huila Huila –Febrero.



**Figura 47:** Composición de Bacillariophyta del tributario de Maychu –Febrero.



**Figura 48:** Composición de Bacillariophyta de la Microcuenca Piuray- Korimarca–Febrero



## Anexo 11: Diversidad alfa de los tributarios de Microcuenca Piuray- Korimarca

**Tabla 1**

*Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de Julio-2021*

JULIO-2021				
Codigo	Nombre	Taxa_S	Individuals	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	12	411200	0.3078
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	17	124600	0.812
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	16	271000	0.7948
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	11	567300	0.2561
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	18	514100	0.7397
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	20	744100	0.7795
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	10	220200	0.7512
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	20	178000	0.8569
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	15	226400	0.5939
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	14	82400	0.6807
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	15	52500	0.6562
EHD-12	HUILA HUILA DESEMBOCADURA	13	52600	0.4512
EMC-13	MAYCHU CABECERA	15	260600	0.8336
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	19	514400	0.8215

**Tabla 2**

*Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de Agosto-2021*

AGOSTO-2021				
Codigo	Nombre	Taxa_S	Individuals	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	20	450400	0.359
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	14	123400	0.8262
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	16	57800	0.7464
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	11	495100	0.2141
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	16	31200	0.7624
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	20	298400	0.6635
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	10	415800	0.5374
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	18	239700	0.7606
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	14	109200	0.7814
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	13	60800	0.6251
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	13	15400	0.7818
EHD-12	HUILA HUILA DESEMBOCADURA	14	7600	0.8611
EMC-13	MAYCHU CABECERA	22	535700	0.7429
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	15	522800	0.7989

**Tabla 3***Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de Setiembre-2021*

SETIEMBRE-2021				
Codigo	Nombre	Taxa_S	Individuals	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	7	14800	0.7119
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	14	52300	0.7661
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	15	190300	0.7236
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	16	525600	0.4928
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	16	31700	0.7693
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	15	579600	0.7564
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	12	292000	0.6698
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	15	75800	0.8548
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	19	253600	0.8579
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	17	259900	0.4743
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	19	39900	0.8293
EHD-12	HUILAHUILADESEMBOCADURA	17	892900	0.3944
EMC-13	MAYCHU CABECERA	20	1777700	0.2121
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	17	745900	0.6128

**Tabla 4***Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de octubre-2021*

OCTUBRE--2021				
Código	Nombre	Taxa_S	Individuals	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	13	110700	0.5977
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	14	79800	0.7387
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	18	96800	0.7044
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	18	401500	0.628
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	19	514100	0.7403
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	19	1065700	0.6804
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	15	296100	0.6323
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	17	165300	0.8605
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	17	242500	0.8412
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	10	79500	0.5342
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	16	58600	0.7811
EHD-12	HUILA HUILA DESEMBOCADURA	11	14000	0.6315
EMC-13	MAYCHU CABECERA	19	621100	0.2325
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	16	114600	0.7095

**Tabla 5***Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de noviembre-2021*

NOVIEMBRE-2021				
Codigo	Nombre	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	16	106600	0.3885
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	14	44700	0.7869
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	15	27900	0.6538
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	20	668100	0.6523
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	18	670000	0.5903
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	19	712700	0.7481
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	15	167800	0.7624
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	12	19400	0.8256
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	17	249600	0.8355
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	14	160200	0.5092
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	20	159600	0.7887
EHD-12	HUILA HUILA DESEMBOCADURA	7	19200	0.7824
EMC-13	MAYCHU CABECERA	17	874400	0.3396
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	15	88000	0.6473

**Tabla 6***Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de diciembre-2021*

DICIEMBRE-2021				
Código	Nombre	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	12	411200	0.3077
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	16	76000	0.8007
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	19	214800	0.7705
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	18	388700	0.7504
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	17	656300	0.8293
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	14	221100	0.8169
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	20	153500	0.8555
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	18	193200	0.7983
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	16	249000	0.7623
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	14	66600	0.6386
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	16	46900	0.5012
EHD-12	HUILA HUILA DESEMBOCADURA	6	51100	0.3575
EMC-13	MAYCHU CABECERA	13	694800	0.3392
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	15	1300800	0.5703

**Tabla 7***Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de enero-2021*

ENERO-2022				
Código	Nombre	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	16	466700	0.5244
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	16	76000	0.8007
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	14	103400	0.8154
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	18	366600	0.7641
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	12	698200	0.672
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	15	717600	0.6951
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	20	288800	0.7676
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	18	175800	0.5471
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	17	346500	0.7765
EHC-10	HUILA HUILA CABECERA	12	177200	0.7193
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	17	29700	0.8118
EHD-12	HUILA HUILA DESEMBOCADURA	9	12200	0.7335
EMC-13	MAYCHU CABECERA	22	97000	0.72
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	18	78300	0.6717

**Tabla 8***Índice de Simpson de Bacillariophyta correspondiente al mes de diciembre-2021*

FEBRERO-2022				
código	Nombre	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
ERC-01	RAVILCHACA CABECERA	15	141500	0.1587
ERM-02	RAVILCHACA MEDIO	18	124200	0.8841
ERD-03	RAVILCHACA DESEMBOCADURA	22	378200	0.819
EPC-04	PONGOBAMBA CABECERA	19	341700	0.7691
EPM-05	PONGOBAMBA MEDIO	12	212000	0.5991
EPD-06	PONGOBAMBA DESEMBOCADURA	16	367500	0.7365
EOC-07	OCOTUAN CABECERA	18	184900	0.8227
EOM-08	OCOTUAN MEDIO	17	264500	0.7732
EOD-09	OCOTUAN DESEMBOCADURA	16	35300	0.7692
EHC-10	HUILA CABECERA	10	45800	0.6857
EHM-11	HUILA HUILA MEDIO	17	36500	0.8886
EHD-12	HUILA DESEMBOCADURA	15	17800	0.8319
EMC-13	MAYCHU CABECERA	16	37500	0.8034
EMD-14	MAYCHU DESEMBOCADURA	15	50900	0.7431

**Tabla 9***Índice de Shannon-h y Shannon de Bacillariophyta correspondiente al mes de Julio*

<b>JULIO-2021</b>				
<b>E.M</b>	<b>Taxa_S</b>	<b>Individuo</b>	<b>Shannon-H</b>	<b>Promedio</b>
<b>ERC-01</b>	12	411200	0.7041	
<b>ERM-02</b>	17	124600	1.908	1.48
<b>ERD-03</b>	16	271000	1.857	
<b>EPC-04</b>	11	567300	0.564	
<b>EPM-05</b>	18	514100	1.705	1.36
<b>EPD-06</b>	20	744100	1.811	
<b>EOC-07</b>	10	220200	1.563	
<b>EOM-08</b>	20	178000	2.236	1.71
<b>EOD-09</b>	15	226400	1.35	
<b>EHC-10</b>	14	82400	1.552	
<b>EHM-11</b>	15	52500	1.561	1.39
<b>EHD-12</b>	13	52600	1.071	
<b>EMC-13</b>	15	260600	2.087	
<b>EMD-14</b>	19	514400	2.064	2.07

**Tabla 10***Índice de Shannon-h y Shannon de Bacillariophyta correspondiente al mes de agosto*

<b>AGOSTO-2021</b>				
<b>E.M</b>	<b>Taxa_S</b>	<b>Individuo</b>	<b>Shannon_H</b>	<b>Promedio</b>
<b>ERC-01</b>	20	450400	0.9072	
<b>ERM-02</b>	14	123400	1.938	1.51
<b>ERD-03</b>	16	57800	1.696	
<b>EPC-04</b>	11	495100	0.4761	
<b>EPM-05</b>	16	31200	1.866	1.31
<b>EPD-06</b>	20	298400	1.597	
<b>EOC-07</b>	10	415800	1.125	
<b>EOM-08</b>	18	239700	1.895	1.58
<b>EOD-09</b>	14	109200	1.728	
<b>EHC-10</b>	13	60800	1.455	
<b>EHM-11</b>	13	15400	1.834	1.83
<b>EHD-12</b>	14	7600	2.215	
<b>EMC-13</b>	22	535700	1.845	
<b>EMD-14</b>	15	522800	1.943	1.89



**Tabla 11***Índice de Shannon-h y Shannon de Bacillariophyta correspondiente a setiembre*

<b>SETIEMBRE-2021</b>				
<b>E.M</b>	Taxa_S	Individuo	Shannon_H	Promedio
<b>ERC-01</b>	7	14800	1.372	
<b>ERM-02</b>	14	52300	1.774	1.59
<b>ERD-03</b>	15	190300	1.644	
<b>EPC-04</b>	16	525600	1.155	
<b>EPM-05</b>	16	31700	1.901	1.63
<b>EPD-06</b>	15	579600	1.854	
<b>EOC-07</b>	12	292000	1.389	
<b>EOM-08</b>	15	75800	2.145	1.93
<b>EOD-09</b>	19	253600	2.265	
<b>EHC-10</b>	17	259900	1.03	
<b>EHM-11</b>	19	39900	2.065	1.34
<b>EHD-12</b>	17	892900	0.9346	
<b>EMC-13</b>	20	1777700	0.584	1.01
<b>EMD-14</b>	17	745900	1.436	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12***Índice de Shannon-h y Shannon de Bacillariophyta correspondiente al mes de octubre*

<b>OCTUBRE--2021</b>				
	Taxa_S	Individuo	Shannon_H	Promedio
<b>ERC-01</b>	13	110700	1.281	
<b>ERM-02</b>	14	79800	1.707	1.54
<b>ERD-03</b>	18	96800	1.635	
<b>EPC-04</b>	18	401500	1.441	
<b>EPM-05</b>	19	514100	1.724	1.55
<b>EPD-06</b>	19	1065700	1.513	
<b>EOC-07</b>	15	296100	1.384	
<b>EOM-08</b>	17	165300	2.219	1.93
<b>EOD-09</b>	17	242500	2.195	
<b>EHC-10</b>	10	79500	1.247	
<b>EHM-11</b>	16	58600	1.924	1.5
<b>EHD-12</b>	11	14000	1.329	
<b>EMC-13</b>	19	621100	0.6329	1.10
<b>EMD-14</b>	16	114600	1.572	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13***Índice de Shannon-H y Shannon de Bacillariophyta correspondiente al mes de noviembre*

<b>NOVIEMBRE-2021</b>				
	Taxa_S	Individuo	Shannon_H	Promedio
<b>ERC-01</b>	16	106600	1.001	
<b>ERM-02</b>	14	44700	1.888	1.4
<b>ERD-03</b>	15	27900	1.443	
<b>EPC-04</b>	20	668100	1.43	
<b>EPM-05</b>	18	670000	1.213	1.46
<b>EPD-06</b>	19	712700	1.756	
<b>EOC-07</b>	15	167800	1.843	
<b>EOM-08</b>	12	19400	2.051	1.9
<b>EOD-09</b>	17	249600	2.101	
<b>EHC-10</b>	14	160200	1.115	
<b>EHM-11</b>	20	159600	1.903	1.57
<b>EHD-12</b>	7	19200	1.706	
<b>EMC-13</b>	17	874400	0.8745	
<b>EMD-14</b>	15	88000	1.479	1.17

**Tabla 14***Índice de Shannon-H y Shannon de Bacillariophyta del mes de diciembre*

<b>DICIEMBRE-2021</b>				
E.M	Taxa_S	Individuo	Shannon_H	Promedio
<b>ERC-01</b>	12	411200	0.6962	
<b>ERM-02</b>	16	76000	1.91	1.51
<b>ERD-03</b>	19	214800	1.926	
<b>EPC-04</b>	18	388700	1.786	
<b>EPM-05</b>	17	656300	2.011	1.92
<b>EPD-06</b>	14	221100	1.964	
<b>EOC-07</b>	20	153500	2.217	
<b>EOM-08</b>	18	193200	1.97	1.99
<b>EOD-09</b>	16	249000	1.794	
<b>EHC-10</b>	14	66600	1.308	
<b>EHM-11</b>	16	46900	1.302	1.13
<b>EHD-12</b>	6	51100	0.7736	
<b>EMC-13</b>	13	694800	0.8432	
<b>EMD-14</b>	15	1300800	1.352	1.09

**Tabla 15***Índice de Shannon-H y Shannon de Bacillariophyta correspondiente al mes de enero*

<b>ENERO-2022</b>				
	Taxa_S	Individuo	Shannon_H	Promedio
<b>ERC-01</b>	16	466700	1.163	
<b>ERM-02</b>	16	76000	1.91	1.66
<b>ERD-03</b>	14	103400	1.932	
<b>EPC-04</b>	18	366600	1.799	
<b>EPM-05</b>	12	698200	1.516	1.64
<b>EPD-06</b>	15	717600	1.606	
<b>EOC-07</b>	20	288800	1.865	
<b>EOM-08</b>	18	175800	1.289	1.64
<b>EOD-09</b>	17	346500	1.783	
<b>EHC-10</b>	12	177200	1.461	
<b>EHM-11</b>	17	29700	2.039	1.7
<b>EHD-12</b>	9	12200	1.607	
<b>EMC-13</b>	22	97000	1.773	1.67
<b>EMD-14</b>	18	78300	1.585	

**Tabla 16***Índice de Shannon-h y Shannon de Bacillariophyta correspondiente al mes de febrero*

<b>FEBRERO-2022</b>				
	Taxa_S	Individuos	Shannon_H	Promedio
<b>ERC-01</b>	15	141500	0.46	
<b>ERM-02</b>	18	124200	2.34	1.609
<b>ERD-03</b>	22	378200	2.027	
<b>EPC-04</b>	19	341700	1.795	
<b>EPM-05</b>	12	212000	1.288	1.60966667
<b>EPD-06</b>	16	367500	1.746	
<b>EOC-07</b>	18	184900	2.074	
<b>EOM-08</b>	17	264500	1.846	1.947
<b>EOD-09</b>	16	35300	1.921	
<b>EHC-10</b>	10	45800	1.444	
<b>EHM-11</b>	17	36500	2.383	1.98933333
<b>EHD-12</b>	15	17800	2.141	
<b>EMC-13</b>	16	37500	2.001	1.8895
<b>EMD-14</b>	15	50900	1.778	

Anexo12: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de julio-2021

Divicion	Orden	Familia	Genero	JULIO													
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	100	500	4900	0	5000	0	0	0	0	0	200	0	0	9400
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	1000	1800	100	9600	2500	0	1100	0	0	3700	3200	1300	1900	300
	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	100	0	77900	51000	0	0	200	2100	100	700	0	0	0
			<i>Fragilaria</i>	0	800	6400	200	47500	2100	0	700	0	27200	12800	0	2300	100
			<i>Pseudoastrosira</i>	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	400	900	4700	4900	4100	900	700	800	200	400	11100	100	3000	34000
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Amphicampa</i>	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	0	4700	0	27200	300	0	200	0	700	30400	25900	28300	6000	1500
			<i>Cymbella</i>	800	400	0	0	500	900	700	0	1800	200	3200	37900	1400	200
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	339200	20000	49700	53600	174000	37900	5600	2600	486400	203000	219200	75500	44900	0
	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Reimeria</i>	13600	7800	31000	700	0	0	0	0	0	6400	0	0	15700	22400
			<i>Achnanthes</i>	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	1300	0	3200	0
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	4100	27500	2500	4300	6500	2800	1400	500	3800	2400	3000	3300	4900	1500
			<i>Achnantheidium</i>	41700	35200	65600	17600	27200	26300	28900	38400	46400	153600	239000	63700	26200	137600
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Karayevia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Halamphora</i>	0	0	0	11200	22900	0	0	100	0	0	0	0	0	0
		Brachysiraceae	<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Brachisira</i>	0	0	300	0	0	0	0	0	0	14400	0	0	0	0
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	0	4300	24900	600	200	100	0	0	0	0	2800	0
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	200	0
			Naviculaceae	<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Gyrosigma</i>	0	0	500	0	0	0	0	0	0	100	200	0	0
				<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Stauroneidaceae	<i>Navicula</i>	2400	1900	5200	100	400	1600	3600	4900	0	25300	57100	3200	28300	8800
			<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	
			<i>Gessleria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Craticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Brachisira</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Naviculales	<i>Eolimna</i>	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	200	0		
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	0	0	1000	16000	31500	1400	0	800	100	0	500	0	700	0	
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	5400	1700	84300	5800	22700	2400	7900	3300	0	7500	93500	6700	8000	3100	
		<i>Denticula</i>	0	0	0	0	300	100	0	0	100	0	3600	0	0	0	
		<i>Grunowia</i>	0	0	0	0	100	0	300	0	0	300	400	0	0	300	
Rhopalodiales	Rophalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Epithemia</i>	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	400	0	200	0	
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	100	200	8000	0	0	1300	0	100	0	2100	6400	0	3200	400	
		<i>Cymatopleura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	400	
Cocconeidales	Achnantheidiaceae	<i>Lemnicola</i>	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Planotidium</i>	2400	20700	6700	27200	92800	3700	100	100	25600	36900	62400	0	24700	6400	

Anexo 13: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de agosto-2021

Divicion	Orden	Familia	Genero	AGOSTO														
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14	
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	200	0	300	300	0	0	0	0	0	100	0	0	1400		
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	100	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0		
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	1300	1300	100	2200	2700	300	0	0	0	600	3200	200	3100	800	
	Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	0	0	240000	14700	0	0	200	1200	100	300	0	0	100	
			<i>Fragilaria</i>	100	400	0	6400	54400	1700	0	700	100	100	2200	0	4200	0	
			<i>Pseudoaetiosira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	2200	900	100	5400	2400	1500	400	500	300	1000	6200	600	1200	25800	
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Amphicampa</i>	0	0	100	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	400	3300	1000	12800	47500	0	3000	0	1300	200	2700	38400	6400	500	
			<i>Cymbella</i>	2500	400	0	100	0	0	100	1500	1100	100	1600	36700	3100	300	
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	358500	13200	0	107200	199600	35000	3200	500	436900	13300	163800	271800	100900	26100	
			<i>Reimeria</i>	16800	24000	8700	4800	0	100	0	0	0	0	0	0	11500	200	
	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	7500	31000	1100	9000	4100	900	100	100	1200	1400	3400	5300	6600	1300	
		Achnantheaceae	<i>Achnantheidium</i>	24000	20800	24000	24000	59800	11200	400	1000	40000	4800	30200	56800	49600	33000	
			<i>Karayevia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Halamphora</i>	0	100	0	29200	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Frustulia</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Brachysiraceae	<i>Brachisira</i>	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	400	0	0	26900	1600	500	600	0	0	900	700	200	1200	0	
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Naviculaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0
			<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Gyrosigma</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	300	0
			<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Navicula</i>	11500	2500	3500	9100	1200	3300	5500	600	0	4400	30700	3900	17900	8400	
		Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Gessleria</i>	0	0	0	400	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Craticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Brachisira</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Naviculales	<i>Eolimna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	0	0	600	44200	29400	800	0	0	0	200	0	1300	0			
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	900	2400	12500	12000	47400	4000	1000	300	0	2500	19100	1900	5700	1400		
		<i>Denticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	500	0	0	0		
		<i>Grunowia</i>	0	0	200	200	400	0	100	100	0	0	300	0	0	0		
Rhopalodiales	Rophalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Epithemia</i>	0	0	0	100	0	0	700	1800	100	0	0	0	0	400	0	
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	100	1300	500	200	0	0	0	100	0	300	4400	0	3500	200		
		<i>Cymatopleura</i>	0	0	100	0	3200	0	0	0	100	0	100	0	600	0		
Cocconeidales	Achnantheaceae	<i>Lemnicola</i>	2800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Planotidium</i>	20800	21800	4900	900	54400	1300	100	0	12800	1200	28600	0	22200	9700		

Anexo 14: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de setiembre-2021

Divicion	Orden	Familia	Genero	SETIEMBRE													
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodisceaceae	<i>Cyclotella</i>	0	200	2400	800	0	0	300	100	0	0	0	0	0	48700
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	0	100	0	300	900	0	0	2000	2500	600	6800	800	1400	1600
	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	0	0	1700	17400	0	100	17600	200	100	0	0	0	0
			<i>Fragilaria</i>	100	100	300	77600	42000	4300	200	15800	0	100	55200	0	900	13500
			<i>Psedoaestuosira</i>	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Amphicampa</i>	0	0	1200	200	0	100	0	0	0	0	0	0	0	200
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	100	0	400	0	39200	0	2300	400	32400	200	30400	31700	4900	7700
			<i>Cymbella</i>	0	0	0	1100	0	700	800	0	8300	100	300	37300	2700	5200
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	4500	20100	18300	1575400	441600	181200	11300	686400	366900	13300	259200	148400	14900	67100
	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Reimeria</i>	3900	8900	17000	800	0	0	0	0	3300	0	48100	0	900	9600
			<i>Achnanthes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2500
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	5200	1600	700	9700	2800	1300	700	2700	1100	1400	15700	3600	6600	4900
		Achnantheidaceae	<i>Achnantheidium</i>	0	11600	86400	6000	120000	50200	7400	95800	56000	4800	76200	60700	12100	24000
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Karayevia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Halamphora</i>	0	0	0	6000	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Frustulaceae	<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Brachysira</i>	0	0	100	400	1500	2100	0	500	0	0	0	0	0	0
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	0	27400	5600	1200	100	3000	0	900	300	100	0	200
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	
			<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	300	100	100	100	0	0	
			<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Navicula</i>	700	2400	11600	25600	10600	10200	5500	20800	6800	4400	21200	3600	16400	23500
			<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	
		Stauroneidaceae	<i>Gessleria</i>	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	
			<i>Craticula</i>	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Brachisira</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	<i>Naviculales</i>		<i>Eolimna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	0	100	200	14800	3200	200	1600	1700	0	0	0	100	200	
	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	0	2400	41600	13000	11900	3800	6900	2200	12600	2500	27600	5100	800	11400
			<i>Denticula</i>	0	100	0	400	0	200	0	1400	0	0	0	0	0	
			<i>Grunowia</i>	0	0	0	0	100	0	100	300	100	0	0	0	200	
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			<i>Epithemia</i>	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0		
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	0	1300	5000	0	200	200	300	0	200	800	1900	200	0	3100
<i>Cymatopleura</i>			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	
Cocconeidales	Achnantheidaceae	<i>Lemnicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Planotidium</i>	300	1300	0	14000	46100	400	300	38400	32000	1200	32000	0	10600	24000	

Anexo 15: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de octubre-2021

Divicion	Orden	Familia	Genero	OCTUBRE													
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodisceaceae	<i>Cyclotella</i>	0	0	1300	0	0	0	0	200	0	0	1800	0	2400	43800
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	700	0	0	200	0	700	200	700	1600	3700	3900	4400	1600	1900
	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	600	0	100	600	800	0	0	100	800	100	0	300	0	0
			<i>Fragilaria</i>	100	900	300	9800	400	0	0	2800	27200	27000	0	0	13200	
			<i>Pseudoestaurosira</i>	0	0	0	200	0	500	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	800	1400	600	800	0	1600	3000	100	4500	400	5200	400	2000	4200
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Amphicampa</i>	0	0	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	400	200	800	30400	0	0	0	9900	30400	12100	25600	3700	8000	
			<i>Cymbella</i>	500	100	0	700	7800	3500	1500	3700	7500	200	1900	6600	3800	3600
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	64800	34100	1300	543000	14700	52900	23000	1300	227700	203000	505100	163300	39100	74600
	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Reimeria</i>	7200	3600	4500	0	0	0	700	0	0	6400	0	0	18400	9900
			<i>Achnanthes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	300	0	0
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	7900	3100	900	5600	900	0	600	0	4700	2400	23100	12700	7600	4600
		Achnantheaceae	<i>Achnantheidium</i>	24700	19000	41600	8000	29900	9200	10800	0	74000	153600	310400	67800	25800	16200
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Karayevia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Halamphora</i>	0	0	0	3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
		Brachysiraceae	<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Brachysira</i>	0	200	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	1200	500	0	0	500	0	1400	0	600	400	600	0
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	700	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	300	0	0	0
			<i>Caloneis</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>	0	0	0	0	200	0	0	0	0	100	0	0	0	0
			<i>Pleurosigma</i>	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Navicula</i>	1300	5500	5800	2400	900	5800	5600	100	7900	25300	74000	7700	11400	11300
			<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
		Stauroneidaceae	<i>Gessleria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
			<i>Craticula</i>	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Brachysira</i>		0	0	100	0	400	0	0	0	0	14400	0	0	0	0	
	Naviculales	<i>Eolimna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	0	0	0	3200	300	0	600	100	400	0	800	0	800	700
	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	1600	9000	30900	4300	2800	2900	1300	100	7900	7500	32700	5600	14800	22400
			<i>Denticula</i>	0	0	0	100	300	0	0	0	0	0	700	0	1000	0
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Grunowia</i>	0	0	100	0	100	0	700	200	200	300	400	0	0	0
			<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Epithemia</i>	0	0	0	0	51200	0	2200	7500	0	0	0	300	200	0
			<i>Surirella</i>	0	1400	1500	100	0	0	0	0	2100	2100	6200	600	3500	2700
Cocconeidales	Achnantheaceae	<i>Cymatopleura</i>	0	0	0	0	0	1600	0	0	0	0	0	0	1400		
		<i>Lemnicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			<i>Planotidium</i>	0	1300	4600	7900	3500	0	7400	0	48000	36900	59200	0	28600	23700

Anexo 16: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de noviembre-2021

Divicion	Orden	Familia	Genero	NOVIEMBRE														
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14	
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0		
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	900	100	100	200	100	0	600	0	300	1100	2200	4500	400	600	
	Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	0	200	2900	100	0	200	0	500	0	100	600	100	100	
			<i>Fragilaria</i>	0	900	400	17400	1000	1500	24100	0	4000	100	70400	0	1300	0	
			<i>Pseudoestaurosira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	200	1100	14800	1500	900	1600	3500	1200	3600	1200	1300	2300	700	7300	
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Amphicampa</i>	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	300	300	100	47600	0	0	600	0	6400	10600	43200	25600	1900	3800	
			<i>Cymbella</i>	400	0	100	0	100	0	900	5400	7400	1700	100	4700	0	2800	
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	82800	16700	200	707200	17100	106800	26100	2100	330700	210900	124800	71800	2100	70300	
			<i>Reimeria</i>	3900	4200	3100	3200	0	0	200	0	8800	0	25600	0	0	12900	
	Mastogloiales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i>	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	4500	500	300	6000	1800	1200	800	0	4100	3000	1700	5600	700	5500	
			Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i>	6800	9400	6000	28800	48400	33500	59600	1800	206400	371500	315200	22400	3400	16200
				<i>Karayevia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Halamphora</i>	400	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	
			<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brachysiraceae	<i>Brachisira</i>	0	100	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	0	7200	2000	1400	900	0	1800	700	100	300	0	56000	
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Diploneidaceae	Naviculaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	600	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Gyrosigma</i>	0	0	0	100	0	0	0	0	100	500	200	0	0	0
				<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Navicula</i>	2000	4500	2100	7000	6600	6600	16900	1700	23500	17700	58200	7600	6400	18700
				<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	800	0	0	400	0	0
		Stauroneidaceae	Stauroneidaceae	<i>Gessleria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2300	0	0	0	0
				<i>Craticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Brachisira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naviculales	<i>Eolimna</i>	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	400	200	0	0	0	0	1700	0	1600	400	500	0	0	600		
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	300	3700	200	10600	5000	3000	4900	0	21400	24800	34800	8700	800	25200		
		<i>Denticula</i>	0	0	0	0	200	600	0	0	0	700	0	0	0	0		
		<i>Grunowia</i>	0	0	0	0	300	300	1100	0	100	400	100	100	0	0		
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Epithemia</i>	0	0	100	0	100	300	800	6200	0	0	0	0	0	1100		
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	2300	1600	100	300	0	2000	800	800	1700	3400	3600	400	400	1900		
		<i>Cymatopleura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1200		
Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Lemnicola</i>	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Planotidium</i>	400	1400	0	33600	4300	1200	15400	0	44600	19000	30400	12800	1200	25400		



Anexo 17: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de diciembre-2021

Divicion	Orden	Familia	Genero	DICIEMBRE														
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14	
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	100	100	1700	0	0	0	0	0	0	100	2900	0	0	0	
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	1000	100	100	0	900	0	100	0	5400	9500	3500	5600	3000	1700	
	Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	0	0	4800	9500	0	100	0	500	300	0	0	0	0	100
			<i>Fragilaria</i>	0	12400	4200	11800	64000	400	3000	0	11400	38400	0	3400	900	12100	
			<i>Pseudoestaurosira</i>	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	
			<i>Synedra</i>	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	400	2100	600	1900	2200	2700	700	1100	1700	2700	66000	500	3900	3300	
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Amphicampa</i>	0	0	400	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	0	600	700	28800	14400	0	200	0	36800	41600	1900	18400	1100	3700	
			<i>Cymbella</i>	800	0	0	800	7200	0	300	3800	2200	300	200	3400	1200	600	
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	339200	1000	5100	561700	826400	28500	3600	400	163500	190400	5300	2800	60200	42500	
	Mastogloiales	Cocconeidaceae	<i>Reimeria</i>	13600	200	28900	0	0	0	0	0	17800	6400	20900	15200	5400	0	
			<i>Achnanthes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0
	Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Cocconeis</i>	4100	600	2000	5300	46500	200	200	0	6600	45600	35400	5000	2700	3300	
			<i>Achnanthidium</i>	41700	27200	91200	39900	153600	27700	32700	40500	89600	145600	49300	43200	54800	104000	
			<i>Karayevia</i>	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Halamphora</i>	0	0	0	0	200	0	0	0	300	0	0	0	0	0	
			<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brachysiraceae	<i>Brachisira</i>	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	14800	0	0	0	1000	0	0	0	0	200	1300	100	
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	300	0	0	
		Diploneidaceae	Naviculaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0
				<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Gyrosigma</i>	0	0	0	0	0	200	0	700	0	100	0	0	300	1200
				<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Stauroneidaceae	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	7400	10800	9300	5600	22200	3600	1000	0	10700	78300	13800	18200	19800	24100
				<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				<i>Gessleria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	200
	<i>Craticula</i>			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Brachisira</i>			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Naviculales	<i>Eolimna</i>	0	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	0	0	11400	0	14400	0	800	0	0	0	0	200	700	0		
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	400	7500	28300	5100	27300	1500	700	0	13900	43600	5200	16800	13800	31300		
		<i>Denticula</i>	0	0	0	0	200	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
		<i>Grunowia</i>	0	200	0	0	0	0	700	0	200	200	0	0	0	0		
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0		
		<i>Epithemia</i>	0	0	0	0	0	300	1100	4600	0	0	0	300	0	0		
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	100	7000	3900	200	0	0	0	0	300	2000	2500	3300	1700	1600		
		<i>Cymatopleura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	200	0	0	0		
Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Lemnicola</i>	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		<i>Planotidium</i>	2400	5400	11500	28800	111800	100	700	0	27600	51200	14000	16000	12300	19200		

Anexo 18: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de enero-2022

Divicion	Orden	Familia	Genero	ENERO													
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	0	100	5500	100	0	0	400	0	1500	0	0	0	0	0
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aluacoseira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	2100	100	600	100	100	0	0	200	10800	400	3400	700	1700	0
	Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	0	0	3100	200	0	0	0	30900	47400	0	200	0	1600
			<i>Fragilaria</i>	400	12400	0	0	1700	0	500	0	0	30300	27100	8700	800	12200
			<i>Pseudoaestuosira</i>	0	0	0	500	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	700	2100	5900	400	1100	300	1300	700	500	700	2000	1600	1900	2500
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Amphicampa</i>	0	0	0	700	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	4800	600	2600	0	500	0	0	0	13000	29400	9000	8400	1800	5300
			<i>Cymbela</i>	33900	0	1600	2400	0	0	1400	2100	900	100	54400	900	500	2800
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	308300	1000	900	21600	3900	60800	8100	2400	144000	360100	353100	25200	1400	120600
	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Reimeria</i>	9600	200	17600	0	0	3600	400	0	0	0	35200	25600	900	1600
			<i>Achnanthes</i>	200	0	0	0	0	3200	0	0	0	0	0	0	0	500
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	5900	600	16700	1900	1600	700	1200	0	9000	12700	2400	47100	3500	5400
		Achnantheaceae	<i>Achnantheidium</i>	84600	27200	31400	700	41600	57600	8800	0	80000	157300	159700	121600	114000	38900
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Karayevia</i>	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Halamphora</i>	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Brachysiraceae	<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Brachisira</i>	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	0	10000	800	0	0	0	2700	0	200	200	500	0
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Gyrosigma</i>	0	0	0	0	100	200	0	0	0	0	0	200	700	200
			<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Stauroneidaceae	<i>Navicula</i>	8000	10800	17900	1000	12600	6200	3100	700	2500	12900	18100	13600	26400	100
			<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Gessleria</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	8300	0	0	1300	200	0	
	<i>Craticula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Brachisira</i>		0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Eolimna</i>	0		700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	1300	0	0	600	0	0	400	0	4600	0	0	100	200	400	
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	3600	7500	0	3000	9200	2400	2600	100	400	26600	20700	4900	16200	86400	
		<i>Denticula</i>	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Grunowia</i>	0	200	300	100	0	100	100	0	400	100	100	100	100	13200	
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Epithemia</i>	500	0	0	45000	0	0	800	5300	0	0	0	200	0	900	
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	0	7000	0	0	300	500	200	100	900	0	200	1200	1700	0	
		<i>Cymatopleura</i>	0	0	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cocconeidales	Achnantheaceae	<i>Lemnicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Planotidium</i>	2500	5400	900	2800	4000	41600	200	600	56000	20300	32000	27000	3300	53900	

Anexo 19: Abundancia de Bacillariophyta por géneros en los 14 puntos de muestreo para el mes de febrero-2022

Divicion	Orden	Familia	Genero	FEBRERO															
				ERC-01	ERM-02	ERD-03	EPC-04	EPM-05	EPD-06	EOC-07	EOM-08	EOD-09	EHC-10	EHM-11	EHD-12	EMC-13	EMD-14		
Bacillariophyta	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	100	0	700	400	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Alaucoseira</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	600	2600	2500	2300	200	500	100	600	8800	0	1000	3200	3600	900		
	Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	200	0	2900	1200	1000	0	2200	600	10900	0	1900	0	0	0	0	
			<i>Fragilaria</i>	300	900	4600	700	900	0	1000	0	1100	4800	34300	3000	3700	0	0	
			<i>Pseudoaerosira</i>	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Synedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria</i>	400	3100	200	300	200	4000	2200	1800	4200	300	0	2600	5900	1100	0	
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<i>Amphicampa</i>	0	0	400	400	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	900	2000	8600	0	3000	0	300	0	48000	11700	43000	24700	1100	500	0	
			<i>Cymbella</i>	2100	500	1800	300	0	0	1200	800	1600	200	0	13800	1200	100	0	
		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	129700	19800	108100	8800	10700	15100	5000	4600	133300	12600	21300	3900	87300	4300	0	
			<i>Reimeria</i>	200	9200	31000	300	400	0	0	0	6400	0	18000	0	8600	3800	0	
	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>	0	14300	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	2600	11900	9100	6100	1400	300	300	100	7500	2900	1900	9400	1400	1100	0	
		Achnantheaceae	<i>Achnantheidium</i>	3200	23900	88000	0	22400	20100	6400	0	64000	123900	171600	59500	81600	15200	0	
			<i>Karayevia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Halamphora</i>	0	0	0	900	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Frustulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brachysiraceae	<i>Brachisira</i>	0	100	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i>	0	0	0	1800	200	0	3600	900	0	0	0	700	1400	100	0	
		Pinnulariaceae	<i>Pinularia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Naviculaceae	<i>Diploneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	
			<i>Caloneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Gyrosigma</i>	0	300	200	0	0	100	600	200	0	0	100	0	300	0	0	
			<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			<i>Navicula</i>	700	15300	64800	400	2400	2400	2400	1200	3800	3300	12400	36300	14900	2100	0	
		Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	
			<i>Gessleria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	700	0	0	
			<i>Craticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Brachisira</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Naviculales	<i>Eolimna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	100	400	2700	600	0	0	0	200	200	0	200	0	900	0			
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	200	8800	28900	800	3700	2100	4200	900	500	3800	43100	8200	19600	3400	0		
		<i>Denticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	200	0	0		
Rhopalodiales	Rophalodiaceae	<i>Grunowia</i>	0	100	0	0	0	0	300	0	200	0	400	3900	1600	0			
		<i>Rhopalodia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Surirellales	Surirellaceae	<i>Epithemia</i>	0	0	0	0	0	0	5700	4900	0	0	0	400	0	100			
		<i>Surirella</i>	0	5300	5300	0	0	0	0	300	1000	100	300	400	2600	300			
Cocconeidales	Achnantheaceae	<i>Cymatopleura</i>	0	0	600	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	200			
		<i>Lemnicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0			
			<i>Planotidium</i>	200	5700	2400	12200	4100	400	900	400	49600	48100	17900	13800	28800	2000		

