



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE LA COMUNIDAD  
BENTÓNICA DE MACROINVERTEBRADOS EN EL SECTOR TANTA, RIO  
CAÑETE, DURANTE LOS AÑOS 2008 AL 2019

**Línea de investigación:**

**Biodiversidad, ecología y conservación**

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Acuicultura

**Autor:**

Kostelac Roca, Juan Andrés

**Asesor:**

Zambrano Cabanillas, Abel Walter  
(ORCID: 0000-0001-6930-5601)

**Jurado:**

Iannacone Oliver, José Alberto  
Zamora Talaverano, Noe Sabino  
Mendoza García, José Tomas

**Lima - Perú**

**2023**



## Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:

[1A\\_KOSTELASC\\_ROCA\\_JUAN\\_ANDRES\\_MAESTRÍA\\_2023.docx](#)

Fecha del Análisis:

21/03/2023

Analizado por:

Astete Llerena, Johnny Tomas

Correo del analista:

[jastete@unfv.edu.pe](mailto:jastete@unfv.edu.pe)

Porcentaje:

1 %

Título:

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA COMUNIDAD BENTÓNICA DE MACROINVERTEBRADOS EN EL SECTOR TANTA, RIO CAÑETE, DURANTE LOS AÑOS 2008 AL 2019

Enlace:

<https://secure.arkund.com/old/view/154424455-685884-334590#q1bKLVayjibUMTTUMdx1jHRMdWxjNVRKs5Mz8tMy0xOzEtOVbly0DMwMDEzMTIzMzU0NrUwNDc2tKwFAA==>



DRA. MIRIAM LILIANA FLORES CORONADO  
JEFA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE  
LA COMUNIDAD BENTÓNICA DE MACROINVERTEBRADOS  
EN EL SECTOR TANTA, RIO CAÑETE, DURANTE LOS AÑOS  
2008 AL 2019

Línea de Investigación:  
Biodiversidad, Ecología y Conservación

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Acuicultura

Autor

Kostelac Roca, Juan Andrés

Asesor

Zambrano Cabanillas, Abel Walter  
ORCID: 0000-0001-6930-5601

Jurado

Iannacone Oliver, José Alberto  
Zamora Talaverano, Noe Sabino  
Mendoza García, José Tomas

Lima – Perú  
2023

**DEDICATORIA**

*A mi madre por su inteligencia y lucidez que me enseñó el camino a la ciencia  
y la verdad y valorar la vida en el planeta.*

*A mi padre luchador, guerrero y siempre presente.*

*A mi familia y en especial a mis nietos que sigan el camino de la investigación.*

*Y a alguien muy especial que siempre estuvo presente.*

**AGRADECIMIENTO**

*Agradecimientos a la Empresa CELEPSA de antemano por permitirme colaborar y usar con la información de los monitoreos que se viene realizando en la zona.*

*A mi amigo el Doctor Abel Walter Zambrano Cabanillas, Asesor de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido.*

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Descripción del Problema	1
1.3. Formulación del Problema	2
-Problema General	2
-Problemas Específicos	3
1.4. Antecedentes	3
1.5. Justificación de la investigación	27
1.6. Limitación de la Investigación	28
1.7. Objetivos	28
-Objetivo general	28
-Objetivos específicos	28
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>29</b>
2.1. Marco conceptual	29
2.1.1 Características del Rio Cañete	29
2.1.2 Influencia de factores ambientales	30
2.1.3 Influencia de factores externos antropogénicos	32

2.1.4	Comunidad de macroinvertebrados en el Rio Cañete	33
2.1.5	Descripción de la zona de muestreo	36
2.1.5.1	Ubicación del área de muestreo.	36
2.1.5.2	Descripción de las estaciones de monitoreo	39
2.1.5.3	Características físicas y químicas de la zona de estudio.	47
2.1.5.4	Hidrología del Rio Cañete a la salida de la Laguna Paucarcocha	50
2.1.5.5	Comunidad de macroinvertebrados en el Rio Cañete	51
III.	MÉTODO	53
3.1.	Tipo de Investigación	53
3.2.	Población muestra	53
3.3.	Operacionalización de variables	54
3.4.	Instrumentos	62
3.5.	Procedimientos	62
3.6.	Análisis de datos	63
IV.	RESULTADOS	65
4.1.	Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos	65
4.1.1.	Temperatura agua	65
4.1.1.1.	Temperatura agua en estación seca	65
4.1.1.2.	Temperatura agua en estación húmeda	67
4.1.2.	pH	68
4.1.2.1.	pH agua en estación seca	69
4.1.2.2.	pH agua en estación húmeda	70
4.1.3.	Oxígeno disuelto del agua	71
4.1.3.1.	Oxígeno disuelto del agua en estación seca	71
4.1.3.2.	Oxígeno disuelto del agua en estación húmeda	72

4.1.4. Dureza del agua	73
4.1.4.1. Dureza del agua en estación seca	74
4.1.4.2. Dureza del agua en estación húmeda	75
4.1.5. Turbidez del agua	76
4.1.5.1. Turbidez del agua en estación seca	77
4.1.5.2. Turbidez del agua en estación húmeda	78
4.2. Composición de la comunidad bentónica de macroinvertebrados	79
4.2.1. Composición de la comunidad bentónica de macroinvertebrados	79
4.2.2. Comunidad bentónica de macroinvertebrados en estación seca	81
4.2.3. Comunidad bentónica de macroinvertebrados en estación húmeda	83
4.3. Análisis de variabilidad en la comunidad bentónica de macroinvertebrados	84
4.3.1. Macroinvertebrados en la Zona 1 Laguna /embalse Paucarcocha	89
4.3.2. Macroinvertebrados en la Zona 2 río Cañete	92
4.3.3. Análisis de índices de diversidad de macroinvertebrados en la zona 1 laguna Paucarcocha	95
4.3.3.1. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación seca	95
4.3.3.2. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación húmeda	96
4.3.4. Análisis de índices de diversidad de macroinvertebrados en la zona 2 río Cañete	98
4.3.4.1. Índices de diversidad de macroinvertebrados en la estación seca	98
4.3.4.2. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación húmeda	99
4.4. Descripción de los factores que afectan a la comunidad bentónica de macroinvertebrados	100
4.4.1. Factores geomorfológicos - sustrato	100

4.4.1.1. Factores geomorfológicos y sustrato de la Zona 1	100
4.4.1.2. Factores geomorfológicos de la Zona 2	101
4.4.2. Factores hidráulicos	103
4.4.3. Factores fisicoquímicos	111
4.4.3.1. Factores fisicoquímicos de la zona 1	111
4.4.3.2. Factores fisicoquímicos de la zona 2	118
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	126
VI. CONCLUSIONES	130
VII. RECOMENDACIONES	132
VIII. REFERENCIAS	133
IX. ANEXOS.	147

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Estaciones de monitoreo	38
Tabla 2.	Variables independientes y dependientes	61
Tabla 3.	Ubicación de estaciones monitoreadas por zona	63
Tabla 4.	Temperatura del agua por zona en época seca	66
Tabla 5.	Temperatura del agua por zona en época húmeda	67
Tabla 6.	pH del agua por zona en época seca	69
Tabla 7.	pH del agua por zona en época húmeda	70
Tabla 8.	Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época seco	72
Tabla 9.	Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época húmeda	73
Tabla 10.	DH (mg/L) del agua por zona en época seca	74
Tabla 11.	Dureza del agua por zona en época húmeda	75
Tabla 12.	Turbidez (NTU) del agua por zona en época seca	77
Tabla 13.	Turbidez (NTU) del agua por zona en época húmeda	78
Tabla 14.	Diversidad de macroinvertebrados en el área de estudio	79
Tabla 15.	Densidad y diversidad en época seca para la Zona 1: laguna/embalse Paucarcocha.	82
Tabla 16.	Densidad y diversidad en época seca para la Zona 2: Río Cañete	82
Tabla 17.	Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 1: laguna/embalse Paucarcocha.	83
Tabla 18.	Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 2: Río Cañete	84
Tabla 19.	Especies presentes en ambas zonas y épocas del año (seca/húmeda).	85
Tabla 20.	Diversidad por zona y época de presencia y ausencia de especies	86
Tabla 21.	Especies permanentes sin variación por época (seca/húmeda) en la Zona 1 Laguna Paucarcocha	90

Tabla 22.	Especies permanentes sin variación por época (seca/húmeda) en la Zona 2 Rio Cañete	93
Tabla 23.	Índices de diversidad y figura representativa en la Zona 1 en estación seca	86
Tabla 24.	Índices de diversidad y figura representativa en Zona 1 en estación húmeda	97
Tabla 25.	Índices de diversidad y figura representativa en Zona 2 en estación seca	98
Tabla 26.	Índices de diversidad y figura representativa en Zona 2 en estación húmeda	99
Tabla 27.	Tipo de sustrato y vegetación acuática de la Zona 1: Laguna Paucarcocha	101
Tabla 28.	Tipo de sustrato y vegetación acuática de la Zona 2: Rio Cañete	102
Tabla 29.	Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos	111
Tabla 30.	Principales componentes Zona 1 - Época seca	112
Tabla 31.	Principales coordenadas en Zona 1 - Época seca	113
Tabla 32.	Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos	115
Tabla 33.	Principales componentes Zona 1 - Época húmeda	115
Tabla 34.	Principales coordenadas en Zona 1 - Época húmeda	116
Tabla 35.	Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos	118
Tabla36.	Principales componentes Zona 1 - Época seca	119
Tabla 37.	Principales coordenadas en Zona 2 - Época seca	120
Tabla 38.	Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos	121
Tabla 39.	Principales componentes Zona 1 - Época húmeda	122
Tabla 40.	Principales coordenadas en Zona 1 - Época seca	123

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>		Pág.
Figura 1.	Ubicación de las estaciones de monitoreo	38
Figura 2.	Perfil longitudinal de las estaciones de monitoreo	39
Figura 3	Ficha Técnica: Estación Huecomoche	40
Figura 4	Ficha Técnica: Estación Piedra Blanca	41
Figura 5	Ficha Técnica: Estación Laguna Paucarcocha	42
Figura 6.	Ficha Técnica: Estación Blanco Blanco	43
Figura 7.	Ficha Técnica: Estación Bernacancha	44
Figura 8.	Ficha Técnica: Estación Mullococha	45
Figura 9.	Ficha Tecnica: Estacion Mullococha 2	46
Figura 10.	Equipo empleado por los monitores	47
Figura 11.	Temperatura (°C) del agua promedio por zona y estación periodo 2008-2019	47
Figura 12.	pH del agua promedio por zona y estación periodo 2008 – 2019	48
Figura 13.	Oxígeno disuelto (mg/L) del agua promedio por zona y estación periodo 2008 – 2019	48
Figura 14.	Dureza (mg/L) del agua promedio por zona y estación periodo 2008-2019	49
Figura 15.	Turbidez (NTU) del agua promedio por zona y estación periodo 2008-2019	49
Figura 16.	Caudales máximos y mínimos de la Laguna Paucarcocha (m <sup>3</sup> /s)	50
Figura 17.	Caudales controlados en la Laguna / embalse Paucarcocha m <sup>3</sup> /s	51
Figura 18.	Red surber de colecta para macroinvertebrados	52
Figura 19	Estaciones de monitoreo con información	54
Figura 20.	Distancia y altitud de las estaciones monitoreadas	64
Figura 21.	Temperatura del agua promedio máximo y mínimo por zona y época	65
Figura 22.	Temperatura del agua promedio por zona en época seca	66
Figura 23.	Temperatura del agua por zona en época húmeda	68

Figura 24. pH del agua promedio máximo y mínimo por zona y época	68
Figura 25. pH del agua por zona en época seca	70
Figura 26. pH del agua por zona en época húmeda	71
Figura 27. Oxígeno disuelto en el agua promedio máximo y mínimo por zona y época	71
Figura 28. Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época seca	72
Figura 29. Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época húmeda	73
Figura 30. Dureza (mg/L) del agua promedio máximo y mínimo por zona y época.	74
Figura 31. DH (mg/L) del agua por zona en época seca	75
Figura 32. DH (mg/L) del agua por zona en época húmeda	76
Figura 33. Turbidez (NTU) del agua promedio máximo y mínimo por zona y época	76
Figura 34. Turbidez (NTU) del agua por zona en época seca	77
Figura 35. Turbidez (NTU) del agua por zona en época húmeda	78
Figura 36. Representación porcentual del Phylum identificado en el ámbito estudiado	79
Figura 37 Phylum Arthropoda	80
Figura 38. Phylum Annelida	81
Figura 39. Densidad y diversidad en época seca para la Zona 1	82
Figura 40. Densidad y diversidad en época seca para la Zona 2	83
Figura 41. Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 1.	83
Figura 42. Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 2	84
Figura 43. Biodiversidad de especies registradas en cada una de las zonas de estudio	86
Figura 44. Diversidad por zona y época de presencia y ausencia de especies	87
Figura 45 Especies presentes en ambas zonas: permanentes estacionales y únicas en cada zona	87
Figura 46. Especies únicas en ambas zonas y en las dos épocas seca y húmeda	88

Figura 47. Dendrograma en la zona 1 de las especies registradas en época seca / húmeda y permanentes	89
Figura 48. Variabilidad de especies en la zona 1 Laguna Paucarcocha	91
Figura 49. Aparición de especies únicas en la Zona 1: Laguna Paucarcocha	91
Figura 50. Biodiversidad disgregada por época en especies únicas y comunes registradas en la Zona 1.	91
Figura 51. Dendrograma en la Zona 2 de las especies registradas en época seca / húmeda y permanentes	92
Figura 52. Variabilidad de especies en la Zona 2 Rio Cañete	94
Figura 53. Aparición de especies únicas en la Zona 2: Laguna Paucarcocha	94
Figura 54. Biodiversidad disgregada por época entre las especies únicas registradas y especies comunes en la Zona 2.	95
Figura 55. Índices de diversidad en la Zona 1 periodo seco	96
Figura 56. Índices de diversidad en la Zona 1 periodo húmedo	97
Figura 57. Índices de diversidad en la Zona 2 periodo seco	98
Figura 58. Índices de diversidad en la Zona 2 periodo húmedo	99
Figura 59. Variabilidad de especies estacionales en la zona 1 Laguna Paucarcocha	101
Figura 60. Variabilidad de especies estacionales en la zona 2 Rio Cañete	103
Figura 61. Figura de caudales promedio de descarga registrados de la Laguna Paucarcocha	104
Figura 62. Característica de la Zona 1 Laguna Paucarcocha	106
Figura 63. Diversidad y densidad de especies con respecto a caudales en la laguna Paucarcocha Zona 1: Seca y Húmeda	107
Figura 64. Característica de la Zona 2 Rio Cañete	109
Figura 65. Diversidad y densidad de especies con respecto a caudales del rio Cañete	110

## Zona 2: Seca y Húmeda

Figura 66. Figura de principales componentes y base de datos utilizada	112
Figura 67. Figura de principales coordenadas por Morosita y base de datos utilizada	113
Figura 68. Diagrama de similaridad pro Morosita	114
Figura 69. Figura de principales componentes y base de datos utilizada	116
Figura 70. Figura de principales coordenadas por Morosita y base de datos utilizad	117
Figura 71. Diagrama de similaridad pro Morosita	118
Figura 72. Figura de principales componentes y base de datos utilizada	119
Figura 73. Gráfico de principales coordenadas por Morosita y base de datos utilizada	120
Figura 74. Diagrama de similaridad pro Morosita	121
Figura 75. Figura de principales componentes y base de datos utilizada	122
Figura 76. Gráfica de principales coordenadas por Morosita y base de datos utilizada	123
Figura 77. Diagrama de similaridad pro Morosita	124
Figura 78. Diagrama de Bray-Curtis	125

## RESUMEN

La zona del presente trabajo corresponde a la cuenca alta del río Cañete, que parte de la laguna Paucarcocha a una altura de 4273 msnm, donde se encuentra asentado la población de Tanta, hasta la zona denominada Tragaderos, en los 4142 msnm, ubicada después de la intersección de la salida de las aguas de la laguna Mullococha, con el río Cañete. La investigación se realizó zonificando el área de estudio, en una zona para el ambiente de la laguna Paucarcocha, y la otra zona al río cañete, tomándose 7 estaciones de monitoreo con los registros realizados por CELEPSA de los años 2008 al 2019. En el universo conformado en el área de estudio se logró identificar 85 especies perteneciente a 9 Phyla de macroinvertebrados bentónicos, los cuales presentan diferencias en la presencia y ausencia de especies teniéndose 50 especies en común para ambos ambientes de la laguna y del río, identificándose 18 especies que solo están en el ambiente de la laguna Paucarcocha y 17 especies identificadas solo en el ambiente del río.

***Palabras Claves:*** *macroinvertebrados acuáticos, biodiversidad, Cañete, comunidad bentónica*

## ABSTRACT

The area of this study corresponds to the upper basin of the Cañete River, which starts at the Paucarcocha lagoon at an altitude of 4273 meters above sea level, where the population of Tanta is located, up to the area called Tragaderos, at 4142 meters above sea level, located after the intersection of the outlet of the waters of the Mullococha lagoon, with the Cañete River. The research was carried out by zoning the study area, in one zone for the Paucarcocha lagoon environment, and the other zone for the Cañete river, taking 7 monitoring stations with the records made by CELEPSA from 2008 to 2019. In the universe conformed in the study area, 85 species belonging to 9 Phyla of benthic macroinvertebrates were identified, which present differences in the presence and absence of species, having 50 species in common for both environments of the lagoon and the river, identifying 18 species that are only in the environment of the Paucarcocha lagoon and 17 species identified only in the river environment.

***Key Words:*** *macroinvertebrates, biodiversity, Cañete, benthic community*

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

Los macroinvertebrados representan un grupo de organismos importantes dentro del sistema ecológico de los cuerpos de agua continentales, tanto para lagos, lagunas y ríos, por la sostenibilidad y sustentabilidad en su conjunto que representa.

Su distribución espacial es sumamente importante, debido no solo a ser uno de los grupos de organismos que sustenta la productividad de los ecosistemas continentales, sino en la caracterización de la calidad de agua, de acuerdo con distintos productos provenientes de cambios naturales del medio, y sobre todo de la actividad antropogénica que soporta el medio donde viven.

Muchos estudios se han hecho respecto a este tema en base a macroinvertebrados bentónicos, obteniéndose patrones con los que se ha podido determinar de acuerdo a la composición de las especies, en diversos métodos para medir la calidad ambiental del agua, sin embargo, los estudios son puntuales y no tienen una secuencia de años de investigación que puedan describir y situar a las especies que habitan en estos lugares.

Los registros que tenemos en el país son de estudios efectuados en una época y algunos en dos épocas, pero de un año, en los que se identifica las especies muchos por familia y muy pocos hasta género y especie para determinar la calidad de agua en el lugar.

### 1.2. Descripción del problema

Los estudios realizados en las cuencas hidrográficas de los andes peruanos, son efectuados en zonas determinadas, y en su mayoría puntuales realizados en una sola época del año, teniendo registros interesantes, pero sin secuenciar las épocas de lluvia y de seca, como relacionar con los años subsiguientes.

El determinar una estructura comunitaria con información de años subsecuentes aporta el conocimiento de los organismos bentónicos en su evolución espacial en el tiempo de la comunidad.

Este conocimiento puede contribuir en establecer especies residentes a esas condiciones, sus variaciones longitudinales y temporales, por lo que puede permitir estudios que midan los cambios ejercidos de cualquier acción externa al ecosistema, y plantear acciones de conservación integral y de bio-resiliencia.

-El comportamiento de los macroinvertebrados su biodiversidad y densidad poblacional puede explicar muchas veces la productividad de los cuerpos de agua, como es en el camarón de río y peces.

-Su conocimiento de estructura comunitaria y su variación por otro lado puede tipificar o caracterizar la calidad de agua, para lo cual se basa distintos métodos.

Por ello es importante que los sistemas hídricos tengan un registro de la diversidad y variabilidad de especies en diferentes épocas del año, dándonos una mejor comprensión para la elaboración de estudios de manejo integral de las cuencas andinas peruanas.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **Problema General**

Se tiene un cierto conocimiento de la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos, en el río Cañete, sin embargo, no podemos establecer todavía la estructura comunitaria del río Cañete, con especies establecidas, ni mucho menos conocemos sus variaciones longitudinales ni temporales por lo que no es posible medir los cambios ejercidos de cualquier acción externa al ecosistema del río Cañete, ni realizar acciones de conservación integral.

¿Cuál es la estructura poblacional de macroinvertebrados bentónicos y su variación longitudinal y temporal en el Sector Tanta, río Cañete durante los años 1998-2019?

### **Problemas Específicos**

-¿Cuál es la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos en el sector Tanta?

-¿Cuáles son las frecuencias de ocurrencia de especies por año cursado?

-¿Existen cambios de riqueza y de densidad de especies en la estructura poblacional de macroinvertebrados entre los años 1998 – 2019?

-¿Qué especies y comunidades servirían de mejores indicadores ecológicos para la conservación del río Cañete en el sector de Tanta?

#### **1.4. Antecedentes**

Los macroinvertebrados bentónicos en los ríos altoandinos están constituidos por una variada diversidad de organismos tales como artrópodos y anélidos en su gran parte, seguido de moluscos, platelmintos, nematodos, cnidarios, nemertinos, tardígrados, poríferas, importantes para el sistema integral y funcional de vida en ríos y lagunas, donde su conocimiento en cuanto a la diversidad y densidades se registran en forma puntual.

Diversos estudios proporcionan una composición taxonómica de la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos en ríos, y solo algunos proporcionan su identificación hasta género, describiendo algunas características ecológicas como también incidiendo como organismos indicadores de la calidad de agua por ser una de las formas numéricas biológicas que generan una data de interpretación para los criterios de evaluación del estado de calidad del medio.

Una investigación de tesis doctoral elaborada por (Villamarín, 2012) “Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú”, describe la variabilidad de la comunidad macroinvertebrados por la gradiente altitudinal y latitudinal. Su estudio lo realiza en 123 lugares entre Perú y Ecuador entre los 4800 msnm a 2000 msnm, tomando 56 de ellas en lugares de poca influencia antrópica. El autor

menciona que los factores importantes son la cuenca y sus microcuencas, con su morfotipo característico y su geología, la variabilidad orográfica y el clima que forma la diversidad de hábitat que justamente es, la heterogeneidad la que hace que la diversidad habite en ella desarrollándose microhábitat de alimentación y refugio de las especies. La identificación se hizo hasta familia y en pocos casos a especies. Los resultados muestran 16 grupos entre clase u orden en 58 familias y 147 géneros, sin incluir a los insectos y sobre todo la familia Chironomidae, que fueron claramente los dominantes. En la clase Insecta, los órdenes más representativos son los Díptera (15 familias), Trichóptera (11 familias), Coleóptera (8 familias) y Ephemeroptera (4 familias), siendo los más abundantes las familias Chironomidae, Leptoceridae, Elmidae y Baetidae.

De acuerdo a la gradiente altitudinal el autor refiere que es uno de los factores más importantes de variación de abundancia y diversidad, los resultados muestran que las familias Leptoceridae, Hydropsychidae y varias familias de coleópteros (excluyendo a Elmidae y Scirtidae) decrecen con la altitud, mientras los Chironomidae, Grypopterygidae, Elmidae, Hyalellidae e Hydroptilidae tienden a incrementar su abundancia, y los Baetidae, Simuliidae, Empididae, Scirtidae y Leptophlebiidae no muestran un cambio representativo. También refiere que hay un reemplazado de especies conforme la altitud.

En la formación vegetal la familia Perlidae se identifica con el bosque montano, las familias Hyalellidae, Chironomidae, Elmidae, Planariidae, Limnephilidae, Grypopterygidae y Ephydriidae con páramo y puna, y las Baetidae, Oligochaeta, no muestran cambios.

En la distribución latitudinal las familias Simuliidae, Leptoceridae y Scirtidae son más abundantes en latitudes menores, las familias Hyalellidae, Hydroptilidae, Grypopterygidae Leptophlebiidae e Hydropsychidae tienden a ser más abundantes hacia el sur, y las Chironomidae, Baetidae, Elmidae, Oligochaeta y Empididae no presentan cambios. También el autor señala que en los Andes Centrales las familias Limnephilidae, Tipulidae,

Ceratopogonidae, Scirtidae e Hydraenidae, Grypopterygidae, son comunes en el sur y no están presentes hacia el norte, y que finalmente las familias Baetidae, Chironomidae, Elmidae, Oligochaeta, y Simuliidae, están presentes en toda el área de estudio. Por otro lado, en un análisis de la familia Chironomidae concluye que tiende ser mayor en el sur.

Concluye que la gradiente de altitud es la de mayor importancia los cuales son influenciados por los factores de temperatura del agua, presión atmosférica, concentración del oxígeno, la vegetación y materia orgánica, señalando que heterogeneidad de hábitats es un factor importante, y más aún en las zonas bajas la cobertura vegetal ribereña, como asimismo no hay una diferencia significativa entre la vertiente occidental y la oriental andina.

Existen estudios de investigación direccionados en su mayor parte para identificar y analizar la calidad de agua usando los macroinvertebrados bentónicos en diferentes partes de América Latina, sin embargo, se toma en referencia a los países de mayor acercamiento y características comunes y similares de los andes peruanos, con énfasis a la vertiente occidental, de los cuales se toma en cuenta la identificación de los macroinvertebrados en su zona de estudio, no mencionando los resultados encontrados de calidad de agua.

### **Investigaciones Internacionales**

Existe una dispersión y deriva de muchos macroinvertebrados que se encuentran en los cursos de agua como en las lagunas altoandinas, los cuales muestran una gran diversidad de especies que varían latitudinalmente, proporcionando una fuente de alimento para organismos como camarones y peces en los ambientes acuáticos.

Ecuador, Colombia y Chile como principales países de biodiversidad común con Perú.

### **Ecuador**

En el río Pachanlica ubicado en la Provincia de Tungurahua, Ecuador se efectuó un monitoreo en 5 estaciones tanto en época seca como húmeda tomando 70 muestras, colectando un total de 1660 individuos en 8 órdenes y 10 familias. El orden Ephemeroptera con la familia

Baetidae (2 indiv), Trichóptera con las familias Hidrobiosidae (25 indiv), Leptoceridae (8 indiv), el orden Díptera con las familias Chironomidae (431 indiv), Ceratopogonidae (12 indiv), Coleóptera con la familia Elmidae (4 indiv), Neuróptera con la familia Corydalidae (28 indiv), Amphípoda con la familia Hyalellidae (624 indiv), Clitellata con la familia Tubificidae (474 indiv) y Hirudinea con la familia Glossiphonidae (59 indiv). (Bueñaño et al., 2018).

En la provincia Los Ríos, Ecuador, se realiza un estudio de diversidad con diferente cobertura ribereña en la quebrada La Victoria, quebrada El Congo y quebrada La Damita para 3 temporadas en la zona del Bosque Protector Murocomba, entre los 613 msnm y 415 msnm. Se colectaron un total de 6 583 macroinvertebrados acuáticos para 2 Phyla 3 clases, 13 órdenes y 54 familias. En ambas épocas para 3 temporadas los más representativo fue el orden Trichoptera (39.3%) seguido de los órdenes Coleóptera (23.5%) y Ephemeroptera (15.1 %). En cuanto a familias, la Hydropsychidae, Elmidae, Leptophlebiidae y Perlidae representaron el 62.1% de la abundancia total. Se mostraron que el bosque nativo guarda una mejor relación de índices diversidad que los agrícolas o ganaderos, por conservar hábitats más heterogéneos que albergan a especies menos tolerantes de stress ambiental (Urdanigo et al., 2019)

En Ecuador provincia de Pichincha, en la subcuenca alta del Río Guayllabamba, Pontón (2012) estudio los macroinvertebrados acuáticos en la descomposición de hojarasca de tres especies de plantas con diferente calidad foliar en los ríos altoandinos tropicales, efectuándose en tres ríos (Río Carihuayco, Río Warmihuayco y Río Saltana) entre los 4500 a 3000 msnm., que cruzan por páramo mixto y bosque de Polylepis. El estudio determino que la mayor diversidad y mayor dominancia estuvo en los invertebrados trituradores, estuvo en los bosques Polylepis (22%) en los géneros Nectopsyche, Hyalella, Tipula, Claudioperla y Oligochaeta, que en ríos de Páramo Mixto (17%). En similitud en el Perú se reportan 19 especies y 5 endémicas de este género y el Perú es el que tiene el mayor número de especies de los países andinos los

que se ubican mayormente en el sur del país como Cusco y Ayacucho, para Lima se tiene registrada 6 especies, (Mendoza y Cano, 2011).

En la microcuenca del río Jatunhuayco parroquia Archidona, cantón Archidona y provincia de Napo, Ecuador, entre los 3935 msnm y 3908 msnm se realizó un estudio de tesis sobre la calidad de agua, en la zona de captación de agua potable, perteneciente Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) en 4 estaciones de monitoreo en el mes de octubre y enero (epoca seca). El estudio colecto un total de 14 678 individuos, con una densidad de 2.265 ind/m<sup>2</sup>, identificando 14 órdenes, 27 familias, distribuidos en 18 taxones de insectos que representaron el 71,68% y 9 taxones de no insectos (Gordioidea, Turbellaria, Oligochaeta, Hirudínea, Bivalvia, Arachnida, Melacostraca, Entognatha), representaron el 28,32%. Los más representativos fueron el orden Díptera con 47,85%, y 8 especies, el orden Trichóptera con el 17,53% y 7 especies, el orden Coleóptera con 5,72% y 3 especies, seguido del orden Ephemeroptera con 0,57% y 1 especie, y el orden Hemíptera con 0,01% con 1 especie (Soria, 2016).

En la costa de la provincia de Manabí en Ecuador, Betancourth (2007), realizó una investigación de tesis sobre el “Análisis estacional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Portoviejo”, tomando 3 estaciones de monitoreo con 4 colectas para los meses de abril, mayo, julio y agosto, Sus resultados muestran una colecta de 13950 individuos, los que se encuentran en los órdenes Ephemeroptera (4408 indiv), Trichóptera (295 indiv), Odonata (257 indiv), Hemíptera (838 indiv), Lepidóptera (2 indiv), Díptera (1692 indiv), y Coleóptera (42 indiv). Concluye que la temperatura y pH ligeramente fueron constante y el oxígeno bajo en algunos sectores que presentaban materia orgánica y sedimentos oscuros con abundancia de gasterópodos y Chironomidae por ser los más tolerantes.

En Ecuador una investigación efectuada en la zona baja, Cárdenas (2014), evaluó la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos en dos ramales estuarinos de la

ciudad de Guayaquil en relación con la afectación de aguas residuales industriales y domésticas. En su estudio reporta que no hay diferencias significativas en el área estudiada, pero que la mayor abundancia se presentó en el ramal estuarino cercano a la Universidad de Guayaquil siendo más abundantes los oligoquetos, que lo relaciona también con la mayor temperatura y salinidad, factores claves que influyen en la supervivencia de especies de macroinvertebrados.

### **Colombia.**

En Colombia se tiene muy bien estudiado los insectos que conforman los macroinvertebrados acuáticos en sus aguas, uno de ellos Gabriel Roldan Pérez es uno de los más estudiosos del tema en una de sus publicación, Roldán (2016), hace un recuento de las investigaciones efectuadas en este tema mencionando la importancia de los macroinvertebrados como indicadores biológicos sobre todo en los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichóptera más estudiado y usado para determinar la calidad de agua, asimismo en otra de sus publicaciones indicando la problemática de contaminación del agua, los índices bióticos usados (Roldan Perez, 1999), como la discusión de diferentes métodos usados para tal fin. Hay diversos estudios efectuados en Colombia mencionándose algunas de ellas, se toma en consideración la descripción de familias a especies encontradas en los muestreos efectuados.

En Colombia, Portilla (2015) realizó un monitoreo en la quebrada La Cascajosa, municipio de Garzón, departamento de Huila, colectando 891 individuos, de los cuales el más representativo estuvo en el orden Díptera con 212, seguido de los órdenes Ephemeroptera con 178, Trichóptera con 158 individuos y la Coleóptera con 115 individuos, mientras los otros grupos de Annelida, Mollusca, Crustácea y Platelmintia, estuvieron menor al 15%.

En el Departamento de Boyacá, en la quebrada La Chapa, Colombia, Motta et al., (2016), efectuaron un estudio de los grupos funcionales alimenticios de los macroinvertebrados bentónicos. Para ello se realizó en tres tramos de la quebrada, en las épocas de lluvia y época seca, identificándose 35 taxones, siendo la mayor riqueza el orden Ephemeroptera con 8 taxones

y el orden Díptera con 7 taxas. El autor concluye que en época de lluvias predomina los colectores-recolectores y colectores-filtradores, como las especies *Thraulodes sp.* y *Simulium sp.*, mientras en época seca los raspadores, como *Helycopsyche sp.*, y afirma que los cambios en las condiciones de hábitat varían en espacio temporal la estructura de especies y su abundancia. En cuanto a biomasa, en la época de lluvia predomina los perforadores-carnívoros, como *Limnocois sp.*, mientras en la época seca fueron los raspadores, como Hydrobiidae.

En el río Frío en Cundinamarca, Colombia, Ayala et al., (2019), realizaron un monitoreo para determinar la calidad de agua, en la parte alta, media y baja de la cuenca, en dos épocas del año. Los resultados muestran 687 individuos colectados, representados por 12 órdenes, 24 familias y 25 géneros. Siendo los más representativos los Amphípoda de la familia Hyalellidae (16 indiv), el orden Basommatophora de la familia Physidae (2 indiv) y Planorbidae (2 indiv), el orden Clitellata de la familia Tubificidae (10 indiv), el orden Díptera con 5 familias, Chironomidae (16 indiv), Simuliidae (90 indiv), Tipulidae (12 indiv), Ephemeroptera con la familia Baetidae (15 indiv), Hemíptera con 3 familias Gerridae (2 indiv), Lepidóptera con la familia Pyralidae (1 indiv), Lumbriculida con la familia Lumbriculidae (2 indiv), Odonata con la familia Coenagrionidae (2 indiv), Rhynchobdellida con la familia Glossiphoniidae (1 indiv), Trichóptera con 2 familia, Hydroptilidae (49 indiv), Veneroidea con la familia Sphaeridae (124 indiv).

En la Quebrada La Bendición, Municipio de Quibdó - Chocó, Colombia, Chala et al., (2003), efectuaron el monitoreo de calidad de agua en 3 estaciones en la parte alta, media y baja, colectándose 150 individuos, en 8 órdenes con 16 familias, siendo las familias más representativas, en el orden Coleóptera la familia Psephenidae (40 indiv) y Elmidae (25 indiv), y el orden Hemíptera la familia Veliidae (23 indiv), seguido del orden Plecóptera con la familia Perlidae (12 indiv) y el orden Ephemeroptera con la familia Leptophlebiidae (13 indiv).

En el Cauca - Colombia, Magnolia et al., (2010) realizaron un estudio de la dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en respuesta a los cambios estacionales de caudal en la quebrada Potrerillos, realizándolo en los meses de enero y diciembre en 2 zonas de estaciones de monitoreo entre 600 y 700 msnm, tomando 3 estaciones (cantos, hojarasca y vegetación ribereña) en cada una de ellas promediándolas, colectando 3417 individuos en 3 phyla, 3 clases, 11 órdenes, 37 familias y 55 generos. En ellos se determinó que los más abundantes fueron las familias Leptohyphidae, Hydropsychidae, Leptophlebiidae y Chironomidae. El estudio concluye que en ambas zonas estudiadas se presenta cambios tanto en la estructura como en la composición de especies en espacio - tiempo, sin embargo, estas especies fueron resistentes y resilientes cambiando su estructura poblacional, pero recuperándose luego del periodo de sequía tanto en diversidad como en abundancia.

En Colombia, Municipio de Palestina, Estación Piscícola, Granja Montelindo (Universidad de Caldas) que se encuentra ubicada en la microcuenca El Berrión, se evaluó la calidad de agua, con 8 muestreos con 3 repeticiones, colectándose 11.800 individuos en 55 familias, de las cuales las más importantes fueron las familias Chironomidae con un 32,5% (3806 indiv.), seguida de Thiaridae con un 26,7% (3150 indiv) y Palaemonidae con 6,7% (793 indiv) (Hahn-vonHessberg et al., 2009),

En la Laguna de La Virginia, ubicado en Bogotá a una altura de 3718 msnm., los tesisistas (Gómez y Salazar (2015), estudiaron la relación de 4 sustratos con los macroinvertebrados acuáticos, en los sustratos macrofitas (*Myriophyllum aquaticum*), roca, sedimentos y materia orgánica. El muestreo realizado colecto 2957 individuos en 17 géneros, siendo el más abundante Helobdella (*Rhynchobdellida*) con el 90%, seguido con menor número los géneros *Hyalella*, *Tanytarsus* y *Centrocorisa*. El tesisista menciona que en las macrofitas encontró la menor diversidad, y la mayor abundancia, mientras en las demás la diversidad y abundancia fueron más semejantes con una menor densidad, pero con una mejor equidad.

En Antioquia, Colombia, en la cuenca del río Magdalena, Jiménez et al., (2021), elaboró un estudio de 3 ecosistemas kárstico de la zona durante 2 ciclos hidrológicos, en los municipios de San Luis y Sonsón. Los resultados mostraron 53 géneros agrupados en 36 familias y 12 órdenes con 307 taxones de macroinvertebrados. A pesar de ser un ecosistema tropical, con temperaturas de 23,9°C a 26,1°C con pH de 7,72 a 8,18 y conductividad de 107,2 a 212,0  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ , es interesante ver que los macroinvertebrados más abundantes también fueron los Ephemeroptera, de las familias Leptoplebiidae y Baetidae (*Thraulodes* sp y *Camelobaetidius*), los coleóptera de la familia Elmidae (*Microcylloepus*) y los Trichoptera de las familias Hydropsychidae (*Leptonema*) y Philopotamidae (*Chimarra*).

En Santa Marta, Colombia, en la sierra nevada en el río Gaira, se efectuó una investigación de deriva y biomasa de los macroinvertebrados durante el ciclo diario. Para ellos se realizó en 3 tramos uno parte alta (1700 msnm), media (900 msnm) y baja (50 msnm), efectuándose 4 muestreos mensuales durante los meses de marzo a junio en una época intermedia seca y comienzo de lluvias. Se identificaron 55 taxones de 6625 individuos capturados. Los más abundantes correspondieron a los géneros Baetodes (Ephemeroptera: Baetidae) con un total de 1326 individuos, *Simulium* (Diptera: Simuliidae) con 1149 individuos y los miembros de la subfamilia *Diamesinae* (Diptera: Chironomidae) con 479 individuos. Los órdenes que presentaron mayores densidades de deriva durante los muestreos fueron Díptera (15,15 indiv/m<sup>3</sup>), Ephemeroptera (8,46 indiv/m<sup>3</sup>), y Trichóptera (2,7 indiv/m<sup>3</sup>). Concluyendo que el incremento de lluvias descende la densidad y la biomasa derivante de macroinvertebrados, no observándose variantes en el ciclo diario (Tamaris et al., 2013)

En los municipios de Villamaría y Manizales, Caldas, Colombia; en la subcuenca alta del río Chinchiná, en la quebrada El Diamante, La Oliva y el río Chinchiná, se elabora un estudio de calidad de agua, efectuándose en 3 estaciones, una estación con vegetación ribereña un bosque nativo, la segunda influenciada con plantaciones de *Eucalyptus* sp., y la tercera no

presenta vegetación ribereña, en la estación seco, intermedia y lluviosa. En cada una de las estaciones se tomó muestras por sustrato de hojarasca, en roca y una en sedimento fino. Se colectaron 7486 individuos en 13 órdenes, 37 familias y 74 géneros. El orden Ephemeroptera de la familia Baetidae los más numerosos seguido el orden Trichóptera de la familia Hydrobiosidae. El autor (Meza et al., 2012), menciona diferencias significativas en riqueza de especies entre las estaciones con vegetación ribereña y sin vegetación, indicando que en la de vegetación nativa una mayor diversidad.

En la cordillera Oriental en el Departamento de Boyacá, Colombia, se elabora un estudio sobre el índice multimétrico de macroinvertebrados en la cuencas alta y media del río Chicamocha, zona influenciada por la minería y desarrollo agrícola – ganadero. Se tomo 12 estaciones de monitoreo, es también mencionar que en general en este lado colombiano las estaciones secas son de junio a agosto y de diciembre a febrero, y las lluviosas de marzo hasta mayo y septiembre a noviembre. El informe muestra la identificación de 51 especies en 41 familias, siendo las más representativas las familias Tubificidae (58 indiv), Chironomidae con 4 especies (147 indiv), Culicidae (66 indiv), Simuliidae (56 indiv), Baetidae con 3 especies (247 indiv) (Vera y Pinilla, 2020)

### **Chile**

En Chile, Ferru (2015), determinó la estructura comunitaria de los macroinvertebrados en el río Lluta dentro del desierto de Atacama, Chile, reportando un total de 66 taxas con la mayor riqueza de dípteros, seguido de los Coleóptera y Trichóptera, el estudio fue realizado con el objetivo de demostrar la importancia de los macroinvertebrados como recursos alimenticios de peces en los ríos considerando las especies con mayor representatividad de habito colector – recolector.

La Empresa Aguas Claras Ingenieria - Chile (2008), efectuó un monitoreo del Río Caren Provincia de Cautín, Región de la Araucanía, identificando 877 individuos, con 20 especies

entre anélidos (2 especies y 11 individuos) e insectos (con 18 especies y 866 individuos). Los anélidos de la Clase Oligochaeta con la familia Haplotaxida (9 individuos), y la familia Tubificidae (2 individuos). Los artrópodos de la Clase Insecta, con el orden Ephemeroptera, presento la familia Leptophlebiidae (312 individuos), Baetidae (31 indiv), Ameletopsidae (1 individuo), el orden Plecóptera con la familias Gripopterygiidae (178 indiv), Austroperlidae (1 indiv), el orden Coleóptera con la familia Elmidae (5 indiv), y Limnichidae (4 indiv), el orden Trichóptera con las familias Rhyacophilidae(3 indiv), Helicophidae (16 indiv), Hydropsychidae (104 indiv), Hidroptilidae (6 indiv), Hydrobiosidae (8 indiv), Limnephilidae (1 indiv), y el orden Limnephilidae con las familias Chironomidae (164 indiv), Athericidae (25 indiv), Simuliidae (2 indiv), Tipulidae (5 indiv).

Figuroa et al., (2003), realizaron un estudio en el Rio Damas al este de Osorno en Chile, monitoreando 14 estaciones el mes de enero, registrando un total de 77 taxa donde los Plecóptera y Trichóptera fueron el 16 % cada uno, los dípteros el 14% y los Ephemeroptera el 12%, como indicadores de calidad de agua, sin embargo, menciona, la falta de estudios de evaluación biológica de la calidad o condición de los ecosistemas fluviales chilenos.

### **Investigaciones nacionales**

En el país, se han hecho algunos estudios de tesis como investigación en su mayoría para determinar la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos y asimismo de acuerdo a la norma ambiental sectorial, numerosos monitoreos de operaciones de empresas de distinto sector mayormente del minero-energético como cumplimiento de sus Programas Ambientales, para determinar calidad de agua, pero solo algunos de ellos son publicados por la propia Empresa. A continuación, se presenta por regiones.

### **Cajamarca**

En Cajamarca en la provincia de Chota, en el río Yanayacu, Bustamante (2020), efectúa un monitoreo en 3 estaciones en los meses de septiembre, octubre y noviembre. (época seca),

colectando 866 individuos en 14 familias. Elmidae (301 indiv), Psephenidae 843 indiv), Ptilodactylidae (45 indiv), Tipulidae (26 indiv), Baetidae (128 indiv), Leptohiphidae (40 indiv), Perlidae (73 indiv), Philopotamidae (21 indiv), Polycentropodidae (38 indiv), Hyalellidae (34 indiv), Limnaeidae (36 indiv), Physidae 67 indiv), Mesoveliidae (3 indiv) y Tubificidae (11 indiv).

Otro trabajo en Cajamarca se efectuó en Celendín por Jauregui (2019), la tesista evaluó la calidad de agua del río Sendamal, entre los distritos de Huasmín, Sorochuco y Sucre, en 9 estaciones de monitoreo de 3411 msnm a 1941 msnm., en los meses de mayo (época seca) y agosto (época húmeda), obteniéndose identificado 6 clases, 13 órdenes, 34 familias, siendo 9 familias del orden Díptera la más representativa. Teniéndose en abundancia el orden Malacostraca (7%), Gastrópoda (8%), Oligochaeta (8%), Arácnida (8%), Insecta (61%) y Bivalvia (8%).

El río Chotano, en los distritos de Lajas y Cochabamba, en la Región de Cajamarca, el tesista Carranza (2020) tomó 7 estaciones de monitoreo colectándose en 3 oportunidades identificando 20 familias en 11 órdenes, siendo notorio la Clase Insecta con 8 órdenes y 17 familias representando el 73% de abundancia, no presenta el número de individuos por familia.

Un estudio en la cuenca del río El Ángel, provincia del Carchi – Cajamarca, en los ríos Cariyaqu y Huarmiyaqu, se efectuó un estudio de tesis de grado, sobre la variabilidad sobre la comunidad de macroinvertebrados en suelo de cultivo de papa, suelo con pasto y otro en bosque natural, en los meses de marzo y abril del año 2015, tomando 5 muestras en cada uno de los tipos de suelos. Los resultados muestran un total de 5253 individuos colectados identificados en 29 géneros pertenecientes a 25 familias, siendo la más representativa la clase Insecta con el orden Díptera en la familia Chironomidae con 1544 individuos (29,4%), la familia Hydroptilidae con el género Ochrotrichia con 1334 individuos (25,4%), y la familia Baetidae

el género *Camelobaetidius* con 723 individuos (13,8%). De estos 3 grupos el autor los relaciona para cada una de las zonas (Santos, 2017)

-En suelo de cultivo de papa se tuvo una abundancia de 1980 individuos/m<sup>2</sup> siendo dominantes la familia Chironomidae con 128 individuos/m<sup>2</sup>, el género *Ochrotrichia* con 79 individuos/m<sup>2</sup>; y el género *Camelobaetidius* con 56 individuos/m<sup>2</sup>.

-Dentro del área relacionada a pasto tuvo una abundancia de 1416 individuos/m<sup>2</sup>, con dominancia de la familia Chironomidae con 77 individuos/m<sup>2</sup>, el género *Camelobaetidius* con 70 individuos/m<sup>2</sup>, y el género *Ochrotrichia* con una densidad de 55 individuos/m<sup>2</sup>.

-La zona referencial de bosque natural, presento una abundancia de 1489 individuos/m<sup>2</sup>, con predominancia del género *Ochrotrichia* con 94 individuos/m<sup>2</sup>, la familia Chironomidae con 67 individuos/m<sup>2</sup>, y el género *Camelobaetidius* con 17 individuos/m<sup>2</sup>.

En la zona de Jaén – Cajamarca se evaluó el río Amojú a 729 msnm, en 8 estaciones de muestreo, registrándose 165 individuos, en 30 familias, predominando también de la Clase Insecta en los órdenes Ephemeroptera (27%), con la familia Siphonuridae (9 %) y la familia Leptophlebiidae (8%), el orden Trichóptera (25%) con la familia Hydropsychidae (16%), el orden Díptera (21%), con la familia Chironomidae (19%) y el orden Plecóptera con la única familia Perlidae (8 %). También encontrándose 15 individuos de gasterópodos de las familias Phisidae, Thiaridae y Planorbidae.

### **Amazonas**

Un estudio efectuado en las regiones de Cajamarca y Amazonas para evaluar mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos la calidad de agua, entre los meses de febrero y marzo. En la zona de Bagua – Amazonas se evaluó el río Wuawuas, a 450 msnm, en 7 estaciones de monitoreo, encontrándose 121 individuos, en 22 familias, teniéndose los más

representativos la Clase Insecta, con el orden Trichoptera (40%) con las familias más representativas Xiphocentronidae (15 %), Odontoceridae (12 %), el orden Plecoptera (16 %) con la familia Perlidae (9 %), Ephemeroptera con la única familia Baetidae (10%), y el orden Coleoptera (9%) con la familia Psephenidae (8 %) (Paredes et al., 2004)

Una investigación efectuada en Amazonas para la microcuenca del río Ventilla, en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, a 2400 msnm, sobre los patrones de distribución y su relación en la calidad de agua. La investigación se realizó tomando 15 estaciones de monitoreo en el mes de agosto y enero. Se identificó para ambas épocas el Phylum Annelida, clase Oligochaeta orden Haplotaxida con 1 familia; Phylum Arthropoda Clase Arachnida orden Acari con 1 familia; clase Diplopoda con el orden Polydesmida con 1 familia, clase Insecta 7 órdenes y 61 familias y la clase Malacostraca con el orden Amphípoda con 1 familia. (Vela, 2018)

Para el mes de agosto (época seca), se identificó de 32 especies en 30 familias, 10 órdenes, 4 clases y 2 Phyla. La mayor riqueza de familias fueron del orden Trichóptera (9 familias), Coleóptera (8 familias) y Díptera (6 familias), y la abundancia varía de 2606 indiv/m<sup>2</sup> a 110 indiv/m<sup>2</sup>. Las familias con mayor abundancia fueron Baetidae (3422.2 indiv/m<sup>2</sup>), seguida de Chironomidae (1911.1 indiv/m<sup>2</sup>), y Hydropsychidae (1233.3 indiv/m<sup>2</sup>).

En enero (época de lluvias), se identificó 37 especies en 35 familias, 11 órdenes, 4 clases y 2 Phyla. La mayor riqueza de familias estuvo en el orden Coleóptera (10 familias), Trichóptera (8 familias) y Díptera (7 familias), con una abundancia de 3673 indiv/m<sup>2</sup> a 165 indiv/m<sup>2</sup>. Las familias más representativas para esta época fue Baetidae con 17288,9 indiv/m<sup>2</sup>, Leptohiphidae con 1533,3 indiv/m<sup>2</sup>, y Leptoceridae con 1377,8 indiv/m<sup>2</sup>.

El autor concluye que, de acuerdo a la composición y abundancia de sus familias y las variables, estuvo determinado por la Turbidez en un 59%, alcalinidad en 36%, temperatura en 29% y cloruros en un 28%, mientras en enero estuvo por la alcalinidad en 40% y pH en 31 %.

En las épocas de muestreo tuvo varianzas significativas en la distribución temporal de ocho taxones: Haplotaxida, Calamoceratidae, Odontoceridae, Hydropsychidae, Hydrobiosidae, Psephenidae, Caenidae y Chironomidae, como en la presencia y ausencia de las otras familias, lo que personalmente se ve muy notoriamente.

### **San Martín**

En la región San Martín se efectuó una tesis de Indicadores Biológicos la Microcuenca Mishquiyacu, desarrollándose en 3 estaciones entre los 984 a 1399 msnm, entre enero, marzo y mayo, colectándose 147, 181 y 172 individuos respectivamente. La identificación de las muestras fue de 2 Clases, 9 órdenes y 20 familias; las cuales fueron mayoritariamente por clase Insecta, con los órdenes Ephemeroptera (Plociidae, Tricorythidae, Oligoneuridae, Leptophlebiidae, Baetidae), Plecoptera (Perlidae, Perlodidae), Trichoptera (Hydropsychidae), Coleoptera (Ptilodactylidae, Gyrinidae, Elmidae), Diptera (Tipulidae, Tabanidae), Hemiptera (Gerridae, Vellidae), Odonata (Gomphidae, Libellulidae, Polythoridae), y Neuroptera (Corydalidae), y la clase Crustacea, el orden Decapoda (Palaemonidae). En cuanto a abundancia los más representativos son el orden Trichoptera con la familia Hydropsychidae, Plecoptera la familia Perlodidae, Coleoptera la familia Ptilodactylidae y Odonata la familia Libellulidae.

### **Pasco**

Alomía et al., (2017), estudiaron el Río Huallaga (67 km), desde La Quinua en Cerro de Pasco ubicada a 3655 msnm., hasta la ciudad de Huánuco, Perú a 1886 msnm., en 12 estaciones en los meses de agosto y marzo, registrándose 30 taxas, siendo las familias Chironomidae (2174/1001 indiv) y Baetidae (763/1152 indiv) las más abundantes, seguido de Leptohyphidae (592/601 indiv), Hydropsychidae (280/96 indiv)

Un estudio efectuado en la provincia de Oxapampa, Pasco, en la microcuenca San Alberto, en abril a julio (época seca), para determinar la calidad de agua, se efectuó en 3 zonas, con sustrato de arena y piedra (Salcedo et al., 2013)

-Zona alta con bosques neblina de especies nativas, sustrato de piedras, cantos, gravas no fijadas por sedimentos finos, se identificó 101 especies, los órdenes más abundantes fueron Trichoptera (49,88%) y Ephemeroptera (28,58%), Leptoceridae (31,13%).

zona media dentro de un bosque secundario, con sustrato de piedras, cantos, gravas y poco fijadas por sedimentos finos, se identificó 77 especies y la de mayor abundancia, los más representativos fueron Ephemeroptera (53,53%) y Díptera (41,12%),

zona baja sector de San Alberto a 200 metros aguas arriba de la captación de agua, con sustrato de cantos y gravas fijadas por sedimentos finos, con arena, limo y arcilla, se identificó 55 especies, también fueron los más representativos los órdenes Ephemeroptera (53,53%) y Díptera (41,12%),

Los resultados muestran la identificación de 123 especies en 47 familias y 13 órdenes, como sigue: en la Clase Insecta la mayor identificada se tiene el orden Hemiptera (Veliidae Macroveliidae, Hydrometridae), orden Ephemeroptera (Leptohyphidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Oligoneuriidae), orden Odonata (Gomphidae), orden Coleoptera, (Elmidae, Psephenidae, Scirtidae, Ptilodactylidae, Hydrophiloidea), orden Plecoptera, (Perlidae), orden Megaloptera, (Corydalidae), orden Trichoptera (Hydroptilidae, Hydroptilidae Hydropsychidae, Glossosomatidae, Anomalopsychidae. Calamoceratidae, Helicopsychidae, Philopotamidae, Odontoceridae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, Sericostomatidae, Hydrobiosidae), orden Diptera (Blephariceridae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Simuliidae, Empididae, Psychodidae, Dixidae, Tipulidae, Stratiomyidae, Muscidae, Ephidridae, Thaumalidae, Thaumalidae), artrópodo hexápodos Orden Collembola (Entomobryidae, Hypogastrudidae), subclase de arácnidos Orden Acarina (Acaridae), orden Amphipoda (Hyalellidae) y el crustáceo Isopoda (no identificada)

Otra investigación realizada en Pasco, de índices de calidad de hábitat, fue en la zona del Parque Nacional Yanachaga Chemillén la Reserva ubicada entre los distritos de Oxapampa

y Huancabamba, Trama et al. (2020), en siete microcuencas: Llamaquizú, San Luis, Navarra, Quillazú, San Daniel, Yanachaga y San Alberto, en época seca, entre los 1800 y los 2500 msnm. El muestreo se realizó en la parte alta, media y baja y en sustrato de piedra, arena y hojarasca.

El análisis de las muestras colectadas, se identifica 179 especies en 66 familias y 14 órdenes.

-En abundancia, en zonas altas, el orden Trichoptera fue el más alto, (35.9% a 62.4%) excepto para las cuencas Yanachaga (Diptera 36.2%) y San Luis (Ephemeroptera 38.1%).

-En la zona media, el orden Trichóptera disminuyó en las cuencas Llamaquizú, San Daniel, Quillazú, Navarra y San Alberto, aumentando en las demás. En las microcuencas de Navarra y San Alberto, el orden Ephemeroptera fue el más alto (40.2% a 54.0%) y en Yanachaga fue el orden Díptera, orden que fue el de mayor presencia en todas las microcuencas.

-En la zona baja tuvo mayor abundancia el orden Ephemeroptera (29.6% a 56.7%) a excepción de las microcuencas Llamaquizú y San Luis que fue el orden Trichóptera.

El autor concluye que la intervención antropogénica demarca los sustratos modificándolos, favoreciendo a algunas especies tolerantes y desapareciendo otras no tolerantes, lo que explica la variación de abundancia por orden de las especies en las microcuencas. Asimismo, menciona la importancia de proteger de los suelos y bosques ribereños en la conservación de la naturalidad del sistema, y que se debe establecer una norma de protección en un ancho mínimo a la ribera del río.

### **Junín**

En Junín, Canchapoma et al. (2016), estudiaron los ríos en 3 lugares, río Añaspuquio, río Yaropouquio y río Loma Chacachimpa, ubicados en el distrito y provincia de Junín, todos en más de 4100 msnm., colectando 91 indiv en 11 familias. El Orden Amphipoda con la familia

Hyaleilidae (12), los Insecta con los órdenes Trichóptera con la familia Hydrobiosidae (22 indiv), Hydroptilidae (8 indiv), Coleoptera con la familia Elmidae (3 indiv), Ephemeroptera con la familia Baetidae (2 indiv), Hemíptera con la familia Corixidae (10 indiv), Diptera con la familia Tipulidae (1 indiv), los molusca orden Basommatophora con la familia Physidae (2 indiv), y Oligochaeta, con el orden Haplotaxida con la familia Aelosomatidae (4 indiv).

En Junín, Custodio y Chanamé (2016) efectuaron un análisis de calidad de agua mediante macroinvertebrados en el río Cunas en 3 zonas equidistantes en San Blas (Chambara) – Huarisca (Huachac) – La Perla (Chupaca), en 10 estaciones monitoreadas en época seca y época húmeda, identificando 4 phyla, 7 clases, 12 órdenes y 26 familias de macroinvertebrados bentónicos, determinando que el mayor número de taxas fue en época seca que en la húmeda. Los Arthropoda fueron los más dominantes tanto en especies como en abundancia para ambas épocas. El orden Díptera presentó la mayor abundancia (71.8 en estiaje y 74.3 % en lluvia), seguido por el orden Ephemeroptera (19.7 y 17.8%). El orden Coleóptera fueron más abundantes en época seca (5.20%), seguido del orden Trichoptera (3.36%) en época de lluvia, y el orden Hemíptera fue el menos abundante entre la Clase Insecta, (0.2% y 0.04%).

### **Ica y Huancavelica**

Entre los departamentos de Ica y Huancavelica, Arana y Cabrera (2017) efectuaron un monitoreo en el año 2010, de 15 estaciones tanto en época seca (mayo) y otro en época húmeda (noviembre), entre los 4210 msnm a 3985 msnm) en el área de influencia del gasoducto de PERÚ LNG. Los resultados mostraron para época seca una abundancia total de 3671 organismos/m<sup>2</sup> en 34 taxones, el phylum Arthropoda fue el más representativo (97,09%), Annelida (2.51%) y Platyhelminthes (0.41%). En época húmeda una abundancia total de 1623 organismos/m<sup>2</sup> con 26 taxones, con los Arthropoda (78%), seguido de Mollusca (13.74%), Annelida (7.33%) y Nematomorpha (0.92%).

Pimentel (2014) realizó un monitoreo en cinco estaciones en la zona del gasoducto del proyecto Camisea, con información de los años 2009 al 2012 en época seca y húmeda, tomado de TGP, Río Pampas a 3800 msnm, Huancavelica, sector de Quenua (*Polylepis* spp.), río Yucay 3083 msnm Huamanga-Ayacucho, río Torobamba - Ayacucho 2100 msnm, río Alfarpampa 2941 msnm, y río Comunmayo 2111 msnm, también en Ayacucho. En los resultados predomina la Clase Insecta como el orden Diptera con las familias Chironomidae y Simuliidae, el orden Ephemeroptera con la familia Batidae y el orden Coleoptera con la familia Elmidae.

### **Ayacucho**

En Ayacucho Carrasco et al. (2020), realizó un monitoreo en dos cursos de agua asociados al bofedal Guitarrachayoc y al bofedal Pichccahuasi, que posteriormente se unen, a 4500 msnm, tomando en 7 estaciones, de octubre a abril un total de 49 muestras, encontrándose un total de 2726 individuos en 26 especies de 20 familias y 11 órdenes. Los Amphipoda con la *Hyaella* sp., (35 indiv), Coleoptera con *Macrelmis* sp., (2632 indiv), y *Lancetes* sp. (5 indiv), el orden Diptera con las especies *Dicrotendipes* sp., (1658 indiv), *Pedrowygomia* sp., (269 indiv), *Rheotanytarsus* sp., (211 indiv), *Limnophora* sp., (178 indiv), *Pentaneura* sp., (112 indiv), *Oliveriella* sp., (103 indiv), *Chelifera* sp., (60 indiv), *Cricotopus* sp., (32 indiv), *Tabanus* sp., (21 indiv), *Lymnophyes* sp., (9 indiv), *Alotanypus* sp., (5 indiv), *Molophilus* sp., (1 indiv), Ephemeroptera con las especies *Meridialaris* sp. (946 indiv) y *Andesiops* sp., (553 indiv), Haplotaxida con la familia Tubificidae (20 indiv), Hemiptera con la especie *Ectemnostega* sp., (19 indiv), Lumbriculida con la familia Lumbriculidae (46 indiv), Plecoptera con la especie *Claudioperla* sp., (1110 indiv), Trichoptera con las especies *Cailloma* sp., (31 indiv), *Antartoecia* sp., (62 indiv), *Ochrotrichia* sp., (6 indiv), Tricladida con la familia Planariidae (1 indiv), Basommatophora con la familia Planorbidae (1 indiv).

En Ayacucho Poma (2018) realizó un estudio para determinar la diversidad, variación espacio-temporal y caracterizar los gremios tróficos de los macroinvertebrados en las

quebradas Chicucha (3616 msnm) y Ccollpahuaycco (3194 msnm) ubicadas en la localidad de Chontaca, en 4 monitoreos de setiembre a julio, tomando muestras en sedimentos tipo grava, piedra mediana, roca, poza y restos de vegetación. Se colectó 18340 individuos distribuidos en 9 órdenes, 24 familias y 34 géneros, siendo el orden Díptera el más abundante y de mayor riqueza con 9 familias y 19 géneros, siendo los Chironomidae los más abundantes. El análisis muestra que a nivel temporal la época seca presenta mayor abundancia y diversidad, y a nivel espacial la mayor riqueza y abundancia en la quebrada Chicucha fue registrada en el microhábitat piedra mediana, que, en restos de vegetación y roca, mientras que en la quebrada Ccollpahuaycco la mayor riqueza se registró en el microhábitat con musgo y perifiton y restos de vegetación y la mayor abundancia en el microhábitat poza. Mientras que los gremios tróficos en los géneros más importantes, mostró que la principal fuente de alimento utilizada es el detrito fino, determinando que el gremio trófico detritívoro sea predominante.

### **Cusco**

En Cusco en las provincias de Cusco – Anta - Urubamba, en el río Hatunmayo (Cruz y Alegre (2021), aportante del río Vilcanota, el autor efectúa un monitoreo en 20 estaciones entre el tramo desde los 4672 msnm hasta los 2828 msnm, colectando un total de 13449 individuos, en 15 órdenes y 35 familias, predominando las familias Hyalellidae (3558 indiv), Chironomidae (2298 indiv) y Baetidae (1748 indiv).

En un estudio realizado para evaluar el efecto de calidad de agua del proyecto de la carretera interoceánica Cusco – Madre de Dios, Huanachin y Huamantínco (2018), estudiaron la composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos, en la c(toma 12 estaciones de muestreo durante la época seca, en 12 quebradas de la zona entre los 4411 msnm a 476, colectando un total de 3069 individuos compuestos en 23 géneros, agrupados en 10 familias, entre larvas y adultos de coleópteros acuáticos, concluyendo que la familia Elmidae presentó la mayor riqueza con 13 géneros y una abundancia de 90.4 %, siendo los géneros más

representativos *Austrelmis*, *Neoelmis*, *Heterelmis* y *Anchytarsus*. Concluyendo que existe diferencias a nivel espacial, respecto a la variación altitudinal.

### **Ancash**

En Ancash, la provincia de Pallasca, microcuenca del río Tablachaca Vásquez y Medina (2015), realizaron un monitoreo para determinar la calidad de agua en 8 estaciones entre los 2500 y 3975 msnm, en los meses de agosto y noviembre, para la Laguna Pelagatos, quebrada Yungabal, río Pampas, río Conchucos, río Tablachaca. En ellos se identificó 12 órdenes y 31 familias. La familia Chironomidae (443 indiv) seguida de la Clase Hexanauplia (copepoda) de la familia Calanoida (186 indiv), Clase Branchiopoda (152 indiv) el orden Ephemeroptera Baetidae (90 indiv) y la Clase Aracnida (75 indiv), siendo más abundante en la zona alta.

En Ancash, Gallozo y Cochachin (2017), evaluaron la calidad de agua de subcuenca del río Yanayacu, tributario en la cuenca del río Santa, tomando en las quebradas Yanamarey y Querococha, tomando 8 estaciones desde los 4728 msnm a los 3577 msnm., tanto en época seca como húmeda, identificando 25 familias para los Phylum Arthropoda (21 familias en las clases Insecta y 01 familia en la clase Malacostraca), Mollusca (02 familias en la clase Gastrópoda), y Annelida (01 familia en la clase Oligochaeta), siendo la familia Chironomidae los más abundantes juntamente con la familia Hyalellidae, seguido de la familia Tabanidae.

### **Lambayeque**

En Lambayeque, Balmaceda (2020), monitorea, en los meses de mayo, junio y julio en 5 estaciones, determinando 8 órdenes y 20 familias, en la presa en el Río Limón, Río Huancabamba, Quebrada Paypa y Quebrada Lajas. Teniéndose los más representativos Oligochaeta (5 indiv), Diptera con las familias Simuliidae (14 indiv), Tabanidae (4Indiv), Tipulidae (3 indiv), Ceratopogonidae (50 indiv), Chironomidae (95 indiv), Culicidae (6 indiv), los Ephemeroptera con la familias Baetidae (161 indiv), Leptophlebiidae (151 indiv), los Plecoptera con la familia Perlidae 83 indiv), los Trichoptera con las familias Hydrobiosidae (53

indiv), Hydropsychidae (45 indiv), los Coleoptera con las familias Staphylinidae (21 indiv), Elmidae (99 indiv), Gyrinidae (35 indiv), los Odonata con la familias Libellulidae (12 indiv), Coenagrionidae (20 indiv), y los Heteroptera con las familias Veliidae (36 indiv), Gerridae (25 indiv), Notonectidae (6 indiv) y Naucoridae (18 indiv).

### **La Libertad**

En La Libertad, se elabora un Informe de evaluación de calidad de agua adaptando Índice BMWP, (Medina-Tafur et al., 2010) en la parte alta de las microcuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual en el Alto Chicama, tomando 18 estaciones de monitoreo, el resultado muestra que se identificó 7 Clases (Insecta, Gasterópoda, Crustácea, Bivalva, Turberllaria, Oligoquetos y Ostrácoda), con 13 Órdenes; distribuidos en 46 familias, siendo los Insecta el más representativo, con 11 familias, no menciona el número de individuos.

En Santiago de Chuco, La Libertad, Llasha López (2016), realizo un estudio de la calidad de agua, en las microcuencas de Huacamarcanga, La Arena y Tres Cruces; en época seca (julio) y época húmeda (diciembre), en un área de una concesión minera, toman 15 estaciones de monitoreo; Quebrada Los Toritos, Quebrada Agua Blanca, Quebrada Los Barretos, Rio Lalambal, Quebrada Cerro Negro, Laguna Tres Cruces (bofedal), Rio Chachamudal, y Rio Llaray, Quebrada sin nombre de la Microcuenca de Chichircucho, Encuentro de quebradas Sayapampa y Peña Colorada, Quebrada Las Minas, Quebrada El Callejón, Quebrada Los Fraylones en dos lugares, ubicadas entre los 4150 a 3143 msnm. Se identificó 9 Clases, 15 órdenes y 42 familias, siendo las más diversa la Trichoptera con 8 familias, Diptera con 11 familias, y Coleóptera con 9 familias. El más abundante fue el orden Ephemeroptera con la familia Leptophlebiidae (80 indiv) Simuliidae (50 indiv), Tipulidae (50 indiv) y el orden Trichoptera la familia Baetidae (40 indiv). También realizo estudio de los parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, oxígeno disuelto, ph, dureza del agua, turbidez para los distintos periodos de análisis.

## **Lima**

En Lima en la cuenca alta del Río Chillón García (2016), evalúa el uso de los macroinvertebrados para calidad de agua en la zona, evaluando 12 estaciones con 3 repeticiones tanto para época seca (julio) y época húmeda (enero), de una altura de 4046 msnm (Huaros) a 2699 msnm (San Buenaventura), estaciones que estuvieron con sustrato canto rodado en su mayoría y grava. El resultado muestra la identificación de 47 taxa, en 5 clases y 17 familias colectándose 32613 individuos, siendo la Clase Insecta 27112 individuos donde orden Díptera presentó 19859 individuos, con 11 familias, siendo la familia Chironomidae la de mayor abundancia con 18670 individuos, seguida del orden Ephemeroptera con 4044 individuos, distribuidos en 3 familias. Asimismo, se encontró una especie no identificada por el autor de Oligochaeta con 2989 individuos.

En Lima, en del río Lurín en el Distrito de Cieneguilla, Iannacone et al., (2013), efectuó un monitoreo para evaluar la calidad de agua, mediante el plancton y macrozoobentos, en 5 estaciones, obteniéndose en el caso de macroinvertebrados 9 especies, siendo los más importantes una especie no identificada de Ephemeroptera (146 indiv) en las 5 estaciones y la especie Tanytarsus sp., (482 indiv), en 2 estaciones.

En el río Rímac Paredes et al., (2005) efectuó un monitoreo en 6 estaciones en la ciudad de Lima, en los meses de octubre del 2002 y setiembre del 2003, identificando 35 taxas, donde predominó los Oligochaeta (28%), Psychodidae (24%)Physidae (20%), Chironomidae (14%), Dixidae (8%), indicando aguas muy contaminadas.

Un estudio realizado en las lagunas altoandinas de la Cuenca del río Rímac (4 lagunas: Yuracmayo, Canchis, Ticticocha y Leoncoc) y la Cuenca del río Mantaro (12 lagunas: Huacracochoa, Pomacochoa, Yananyacu, Marca, Huaroncochoa, Alcacochoa, Santa Catalina, Huascochoa, Churuca, Huascarcochoa, Lacsacochoa y Huicro) para determinar la calidad de agua Tapia et al., (2018) y en Velásquez (2018), efectuaron entre junio a octubre en época seca,

dentro del Proyecto: “Monitoreo y evaluación de la calidad del agua en cabecera de cuenca del Rio Rímac, lagos y lagunas de la Región Central del Perú de la UNMSM”. Los resultados del material colectado para ambas cuencas, se identificó 4 Phylum, 10 Clases, 17 Órdenes y 34 Familias, siendo el Phylum Arthropoda el de mayor riqueza de especies 72% y abundancia de individuos del 89%, seguidos del Phylum Annelida con una riqueza del 13% y abundancia del 4%, y Mollusca con una riqueza del 6% y una abundancia del 5%. Los más representativos fueron la Clase Insecta, con 5 órdenes y 18 Familias, donde el Orden Díptera presento 7 Familias, y el Orden Coleóptera 5 Familias. Se concluye que las familias Corixidae, Chironomidae, y Hyalellidae son más resistentes a la alteración de las condiciones por la materia orgánica y metales pesados, además los parámetros conductividad, pH, temperatura y oxígeno disuelto influyen en la distribución y abundancia de invertebrados.

En el humedal Santa Rosa frente a Playa Cascajo, en Chancay-Lima, Castillo et al. (2020), evalúa 8 estaciones de monitoreo por 6 bimestres de agosto 2015 a junio de 2016, colectando un total de 28 655 individuos, distribuidos en 76 géneros (Diptera con 24 géneros y Coleóptera con 19 géneros). Los órdenes Hemíptera con la familia Notonectidae e Ischnura, el orden Odonata con la familia Coenagrionidae, y el orden Díptera con la familia Chironomidae representaron el 62,43% de la abundancia total.

Un estudio realizado por dos autores Acosta y Prat (2018), estudian a la sub familia Podonominae de la familia de Chironomidae, especímenes colectados entre 2004 - 2011 en 197 puntos de muestreo en Perú, Colombia y Ecuador, reconociendo el género *Parochlus*, abundante para Ecuador y Colombia, el género *Podonomus*, abundante y diverso en Perú, y el género *Podonomopsis* propia del Perú, y su distribución se da por el factor altitudinal.

### **Investigaciones Locales**

En la zona de estudio propuesto, el conocimiento de la diversidad es escaso, puntual y estacional para la zona, los primeros documentos sobre comunidades biológicas de

macroinvertebrados estuvieron a cargo de Walsh, (1999), para el Proyecto Hidroeléctrico El Platanal, en el cual registro un total de 22 especies de microalgas, 11 macrofitas y 13 especies de zooplancton, y 02 especies de gasterópodos, pero sin determinar o identificar las especies, realizado entre las altitudes de 3000 a 4600 msnm, área de interés del proyecto, identificando y registrando a los peces de la especie *Salmo gardnerii* (trucha) y *Orestias sp.* (Orestia).

De acuerdo con la investigación de Acosta (2009), el cual aporta relevante información sobre la caracterización química de los ríos de los Andes Centrales, registra 108 especies totales de macroinvertebrados bentónicos, en las dos épocas del año, compuestos en 45 familias y 108 géneros realizado en 35 estaciones entre los 4400 a 2500 msnm, siendo 05 estaciones el muestreo de la cuenca alta del Cañete, relativamente cercana al área de estudio, donde la composición por taxas mostro poca variación estacional con variables dependientes en su distribución, siendo los grupos Trichóptera, Coleóptera y Díptera, los de mayor riqueza, y la familia Chironomidae la de mayor abundancia de los Dípteros.

Otro trabajo biológico realizado por Rodríguez & Gutiérrez (2014), estudiaron la diversidad de las sub familias Campopleginae de la familia Ichneumonidae del orden Hymenoptera, en el rio Cañete entre los 800 a 200 msnm, en 4 estaciones identificándose 7 géneros, *Microcharops*, *Campoletis*, *Venturia*, *Campoplex*, *Prochas*, *Casinaria* y *Diadegma*. Siendo el género más dominante con 75% el *Microcharops* de la subfamilia Campopleginae.

### **1.5. Justificación de la investigación**

La importancia de esta investigación se centra en el conocimiento de la estructura y la variabilidad poblacional de macroinvertebrados bentónicos, que de acuerdo a sus frecuencias y aspectos ecológicos determinados durante los años monitoreados, nos permitirán dar conocer a las especies establecidas que han sido adaptadas a las condiciones ambientales locales en el sector de estudio, sus densidades, los factores más influyentes en su estructura comunitaria, así como de su comportamiento inicial y posterior en referencia a factores extrínsecos.

Se establece una base de estadística poblacional con la importancia del grupo como indicadores ecológicos comunitarios que permitan reconocer las variaciones en el patrón comunitario de los macroinvertebrados bentónicos en una sucesión de microcuenca.

### **1.6. Limitación de la Investigación**

La ausencia de datos de monitoreos anteriores que nos permitan evaluar y estructurar la comunidad macro bentónica antes del 2008, coincidiendo con actividades como la construcción de repesamiento de la Laguna Paucarcocha, para la hidroeléctrica de la empresa El Platanal, el crecimiento de la población de Tanta, y el asentamiento actividades acuícolas.

### **1.7. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar la estructura poblacional de macroinvertebrados en el sector Tanta del río Cañete durante el periodo 2008-2018.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar las variaciones de la estructura poblacional de macroinvertebrados en la zona del río Cañete.
- Establecer las frecuencias de abundancia de las especies y grupos principales de macroinvertebrados bentónicos.
- Identificar las especies establecidas y estacionales para el área de estudio en el río Cañete, así como sus estrategias de colonización frente a los cambios de hábitat producido y su estabilización.
- Contribuir al conocimiento de los patrones de distribución de las comunidades hidrobiológicas de macroinvertebrados bentónicos, así como su comportamiento fluctuante de su ocurrencia y cambios en densidades de acuerdo a la estacionalidad.
- Establecer la influencia de los factores de la laguna Paucarcocha y el río cañete sobre la distribución y comportamiento de los macroinvertebrados bentónicos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1 Características del río Cañete

El río Cañete es uno de los ríos importantes de la costa central peruana, que conforma la cuenca Cañete con 6078,5 km<sup>2</sup> de extensión ubicada en la Vertiente del Pacífico, de la cual el 4830,9 km<sup>2</sup> se encuentra por encima de los 2500 msnm.

La cuenca nace de los hielos del nevado Ticlla a 4830 msnm, que discurren a la laguna Tiellacocha, aproximadamente a 4600 msnm, fluyendo en dirección Sur a Norte 17 km hasta la laguna Paucarcocha, recibiendo en este tramo el aporte de las lagunas de Unca, Pomacocha, Llica, Piscacocha y Chuspicocha, luego el río cambia de dirección de Oeste a Este hasta llegar a la localidad de Vilca, incrementando su caudal con los aportes de las lagunas Pariaca, Pillicocha, Suerococha y Mullococha, alimentados por los deshielos de los nevados Azulcocha y Escalera. Nuevamente cambia de dirección siguiendo el rumbo NNE-SSO hasta su intersección con la quebrada Aucampi, tomando un alineamiento NNO-SSE hasta su confluencia con el río Caca, afluente de su margen izquierda, aguas abajo el río discurre con un rumbo NE-SO hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, con una longitud total aproximada entre su nacimiento y desembocadura de 219 kilómetros.

El río Cañete está considerado como un río de 6° orden, el cual la conforman 09 subcuencas, subdividiéndolo en una cuenca alta, que comprende de 5800 a 4000 msnm, una cuenca media de 4000 a 350 msnm y una cuenca baja de los 350 msnm hasta llegar al océano.

El río Cañete presenta un régimen irregular y de carácter torrencioso, con marcadas diferencias, sus descargas máximas se registran (para la estación Sosci) en promedio de 850 m<sup>3</sup>/s y los mínimos en 5,80 m<sup>3</sup>/s con una media anual de 50,71 m<sup>3</sup>/s. En su parte alta presenta una morfología accidentada con valles profundos y estrechos cañones con pendientes que van de 35° a 50° y algunas zonas mayores (MEM, 1985) y sectores con procesos de erosión.

La laguna Paucarcocha se encuentra a 4280 msnm, y es de forma alargada con 3,5 km de largo por 700 m de ancho, la cual está constituida por morrenas en forma lateral como frontal y rocas calcáreas y volcánicas como basamento la cual se alimenta directamente del río Cañete.

En la diversidad litológica que presenta en general la zona y el afloramiento rocoso a lo largo de su cauce, se puede hacer mención, a la morfología kárstica que se presenta en el área de estudio, que se caracteriza por una serie de acumulaciones de travertinos donde atraviesa el agua, presentada en la zona llamada Tragaderos a 4100 msnm donde el curso principal del río se hace muchas veces subterráneo reapareciendo 7 km más abajo en el sector conocido como Uchuchaca, a 4050 msnm, que termina esta litología en los 3900 a 3600 msnm formando doce lagunas escalonadas cerradas por diques naturales compuestos de travertinos.

Monitoreos efectuados por la Empresa CELEPSA del 2012 al 2019 muestran que las aguas presentan un pH alcalino y en algunos monitoreos dureza alta, por influencia de ellos.

El río Cañete presenta como recursos hidrobiológicos de importancia social a las especies de agua fría como la “trucha” *Oncorhynchus mykiss*, *Orestia sp.* “Chalguita”, que se distribuyen para la cuenca alta y parte media seguido de *Basilichthys archaesus* "pejerrey" y el *Cryphiops caementarius* “camarón de río" que habitan en la cuenca media y baja.

### **2.1.2 Influencia de factores ambientales**

La gradiente altitudinal en la zona andina es determinante en la distribución de los grupos más importantes que habitan estas zonas (Jacobsen et al., 1997), básicamente por los parámetros de temperatura, oxígeno disuelto, como factores que son barreras limitantes geográficas, para la distribución de especies y familias en general.

Acosta, (2005), discute y corrobora los resultados de autores previos como Jacobsen et al., (1997), Jacobsen, (2003) y otros sobre la influencia de la variable altitudinal y sobre la influencia de factores locales longitudinales, y factores locales como hábitat fluvial. Todo ello es atribuido por el autor para determinar los alcances de la distribución y sus patrones frente a

factores que influyen en la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos. En resumen, estos factores consideran la variabilidad altitudinal, el orden del río, y factores locales como la calidad de hábitat fluvial de acuerdo a las condiciones geológicas principalmente cársticas, la fisicoquímica del agua, los sedimentos y la vegetación de la ribera.

Otro autor, García-Ríos et al., (2020) afirma que la gradiente altitudinal es el principal conductor de la variación en la composición de taxones, y la dinámica hidrológica afectan el establecimiento y la distribución de organismos en los ríos altoandinos, los cuales se adaptan y organizan sus colonias respectivas.

Ríos Touma, (2008), menciona para otros ríos peruanos la importancia de conocer la variabilidad de los factores fisicoquímicos de los ríos y la importancia del sustrato, en la influencia sobre la biodiversidad a diferentes niveles altitudinales, ampliando los trabajos de Jacobsen, debido a que estos representan refugio y alimento para ellos.

Existe una diferencia entre los ambientes lenticos con los loticos entre la diversidad de especies como equidad de ellas debido a que los ambientes lenticos no sufre un cambio importante en su hábitat, mientras los ambientes loticos varían por la época en que se presente en forma espacial (Atehortúa Trujillo et al., 2019), por la creciente de flujo de agua, distribuyéndose a lo largo del río.

En Colombia en la quebrada Potrerillos, (Magnolia et al., 2010), se realizó un estudio de respuesta a los cambios estacionales de caudal, en 2 zonas de monitoreo, efectuando un análisis de los cambios espaciales y temporales en la composición y estructura de esta comunidad en función de la estacionalidad, comentando que en época de lluvias escasas favorece los hábitat y la colonización de ellos por la reserva de alimento que le proporciona a diferencia de mayores lluvias, donde vuelve los hábitat más inestables, como así también comenta, que en épocas seca el curso de agua forma pequeños charcos lo que desfavorece a las especies tendiendo a desaparecer al alterarse las condiciones fisicoquímicas, permaneciendo

solo las más tolerantes a estos cambios. Comentando finalmente que a pesar de los cambios bruscos de sequía como lluvias coposas, el ecosistema es resiliente para macroinvertebrados.

Moya et al., (2009), también concluye que los cambios de estacionalidad proporcionan cambios de distribución y densidad, con implicancias frente a un cambio climático, en la estructura funcional de la comunidad.

### ***2.1.3 Influencia de factores externos antropogénicos***

En el trabajo de investigación de Rodríguez de Souza (2017), es interesante como menciona la influencia de las represas con los cambios en el régimen de caudal en los ríos, y su influencia negativa en los sistemas acuáticos. Ella menciona que el flujo del agua es el sistema de la fuerza motriz en los ecosistemas fluviales, lo cual es cierto, por que ello conlleva a cambios de la geomorfología y geodinámica tanto del lecho del río como de las riberas que son hábitats fundamentales donde se desarrollan los macroinvertebrados bentónicos, mencionándose también a Poff et al., (1997), el cual evalúa las consecuencias de los cambios hidrológicos frente a la variabilidad geomorfológica que se puede causar y su interacción con la biota existente. Lo importante de ello es que sus resultados de Rodríguez de Souza, y la evaluación de Poff, muestran que cuanto más se aleje del área de represamiento menos es el efecto de temporalidad que puede sufrir el medio, lo que es lógico, pero esta evaluación también habla sobre cambios en las áreas de inundación y cambios en las riberas lo que son hábitats fundamentales para el asentamiento en los macroinvertebrados ya que cuando se da la creciente o épocas de avenida ellos se refugian en estas zonas.

Gualdoni & Oberto, (2012), mencionan también, que los diques o represas, afectan los parámetros del agua y que pueden influir en la biota acuática, con efectos inmediatos y que continúan a lo largo del curso de agua, por la modificación del volumen del caudal; en otra cita, los sistemas lóticos los ambientes más heterogéneos y complejos brindan una mayor oferta de hábitats y han sido asociadas a altos valores de diversidad (Vinson, & Hawkins. 1998).

Oscoz & Escala, (2006), evaluaron la comunidad de invertebrados del río Larraun (España), donde observaron la influencia de las variaciones del caudal de una represa hidroeléctrica sobre la abundancia y estructura de la comunidad de macroinvertebrados, siendo los Chironomidae los más dominantes en tramos alterados del río, y los Epheméridos, principalmente la familia Baetidae, los más abundantes en los tramos no alterados, concluyendo que la abundancia del grupo se reduce con la regulación del caudal hidrológico.

Asimismo, muchos autores, refieren el gran impacto de los cambios de regímenes hídricos de las presas hidráulicas sobre los ecosistemas y animales mayores, (Rodríguez de Souza, 2016), y que estos podrían influir en cambios de la biota nativa (Guladoni, Cristina, 2012) en la importancia de las variaciones del flujo sobre la composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos (Bunn, Stuart, 2002), encontrándose variantes significativas en las distintas épocas de lluvias y época seca, (Gualdoni, & Oberto, 2012), en la densidad y riqueza taxonómica.

Por otro lado Rodrigues et al., (2020), determina que la influencia antropogénica con materia orgánica, y da entender en su trabajo, que los dípteros Stratiomyidae, Ephydridae y nematodos, oligoquetos y gasterópodos Physidae, son más abundantes por ser más tolerantes.

#### ***2.1.4 Comunidad de macroinvertebrados en el río Cañete***

Los macroinvertebrados son la principal fuente de alimento para las especies de peces y camarones, que habitan este tipo de cuerpos de agua, los que representan un recurso de importancia social para las comunidades aledañas, asimismo los macroinvertebrados son usados para la evaluación de índices bióticos en la calidad de agua.

Su diversidad en riqueza y densidad de organismos acuáticos a lo largo del río Cañete muestran una variación en su homogeneidad de las comunidades que se encuentran, variando en la mayoría de los casos por factores geomorfológicos, hidráulicos, fisicoquímicos y pisos ecológicos que condicionan sus patrones de distribución, riqueza y densidad.

Los sustratos son a su vez, importantes en la diversidad de especies, sobre todo los de mayor granulometría, como grava y cantos rodados, los que sirven como retención de materia orgánica en general y refugio para mucha diversidad, asimismo la roca fija derivada por continuidad de los cerros, los que forman estrechos, cambios de cursos de agua, y frentes o barreras zonificadas, lo que dan consigo a pequeños microhábitats para muchas especies, y son de gran importancia en su conjunto para la zona.

Asimismo, es importante señalar que la diversidad de especies depende de la variedad de sustratos que se encuentre. Se ha visto que es mayor, cuando existe vegetación ribereña, en donde sus raíces albergan gran densidad de macroinvertebrados por refugio y alimento, asimismo macrofitas en las zonas de menos corrientes y sobre todo en lagunas y los variados microhábitats en el curso del río, vistos en los recodos, donde se forma remansos, y generalmente con acumulación de materia orgánica, entre los cantos rodados cubiertos con arena y más aún en asociación de macrofitas.

Estas macrofitas que crecen en las laderas e inclusive lechos de río, son refugio de muchos invertebrados, su presencia y densidad son indicativos de algunos macroinvertebrados que toman como hábitat de vida alcanzando abundancia de algunos de ellos (Alba Hincapé & González Rey, 2015), asimismo la dimensión fractal y su complejidad de la arquitectura de las macrofitas (Bastidas & Rodríguez, 2017) favorece la diversidad por los numerosos espacios que forma como microhábitat para ser colonizado, como refugio o simplemente como descanso

Las macrofitas son a su vez fuente de alimento y son, uno de los contribuyentes a la dispersión y diversidad de macroinvertebrados. En ellos proporciona alimento para los detritívoros y para los herbívoros, los que son considerados como productores secundarios dentro del ciclo vital de la zona.

Estos microhábitats son muy importantes, por que influyen en la conservación zonal de la biodiversidad de macroinvertebrados, en época seca donde hay ausencia de lluvias sirven

como centros de reproducción que se dispersan a lo largo de la ribera, mientras en época de creciente o lluvias donde las aguas aumentan su nivel e inundan mayor área, sirven de refugio a muchos de ellos. Es entendible que estos cambios influyen y permiten la deriva de muchos macroinvertebrados en los cuerpos de agua, conservando la biodiversidad de las cuencas.

La presencia de macroinvertebrados cumple una función de dinámica y funcionamiento en la transformación de la materia orgánica desarrollando diferentes adaptaciones morfológicas y fisiológicas para su estrategia alimenticia.

Los macroinvertebrados presentan una gran variedad de adaptaciones, y diferencias en sus ciclos de vida, algunos pueden pasar casi toda su vida en el ambiente acuático y solo de adultos son terrestres como los grupos de insectos Plecóptera, Odonato muy frecuentes, como los Ephemeroptera y Trichóptera, asimismo los Megalóptera y Lepidóptera y el grupo Díptera también frecuente.

De acuerdo a su comportamiento podemos mencionar la variabilidad que hay en ellos, mencionando algunos de los que registramos como los nadadores que viven sumergidos y agarrados de plantas y sustratos duros como los Baetidae y el acaro Hydrachnidiae, los llamados “clingers” o agarradores en las áreas de corriente, sujetándose de sustratos duros por ciertas estructuras con las que cuenta, como los Elmidae y Trichóptera, Simuliidae, y algunos formando cartuchos de seda como refugio Trichóptera, Lepidóptera y Chironomidae, los reptadores y trepadores como los odonatos, otros excavadores que forman túneles como algunos de la familia Chironomidae.

Por esta estrategia alimenticia se puede distinguir macroinvertebrados por sus grupos funcional alimenticio en la zona de estudio como son los trituradores, que se alimentan de materia orgánica de partícula gruesa (MOPG); colectores-recolectores; los colectores filtradores de materia orgánica de partícula fina (MOPF); y los raspadores de biopelícula y depredadores. (Motta Díaz et al., 2016) en su investigación denoto que en época de lluvias

predominaron, en abundancia, los organismos colectores-recolectores y colectores-filtradores, mientras que en época seca fueron los raspadores. Esto depende a la variación del caudal del río, al tipo de sustrato, como a la vegetación ribereña dentro del sistema. Así los raspadores dependerán del perifiton, los colectores-recolectores y colectores-filtradores con la MOPF.

Los ambientes loticos de aguas transparentes y ricas en oxígeno albergan gran variedad de macroinvertebrados los que en épocas de lluvia sufren cambios estructurales de sus ambientes y la consecuencia deriva de las especies.

Muchos estudios en diferentes localidades muestran que un monitoreo realizado en dos épocas del año, tienen variantes de dependencia de abundancia y diversidad de especies. Esta variación de régimen hídrico, en la mayoría de veces los sustratos cambian, cuando las aguas aumentan su caudal, inundan áreas colindantes y varía el sustrato donde se asientan, dispersando las poblaciones, por la deriva de muchas de ellas, mientras en época de estiaje se forman múltiples microhábitats, con diversidad que albergan en ellas, los que son base para el desarrollo de especies específicas, y que permite la diversificación de especies en la zona.

Pero si las condiciones hidrológicas se mantienen sin variantes importantes pueden dar un ambiente más estable, lo que puede dar una mayor consolidación en abundancia y sobre todo equilibrio, en la asociación de especies, al no haber cambios notorios para época seca y época de lluvias, con una mayor oportunidad a las especies en un ambiente más estable.

Sin embargo, en cambios notorios del régimen hidrológico, produce un cambio en las estructuras de población dando recinto a especies oportunistas que desplazan a otras especies reduciendo su población.

### ***2.1.5. Descripción de la zona de muestreo***

**2.1.5.1 Ubicación del área de muestreo.** La zona del presente trabajo corresponde a la cuenca alta del río Cañete, que parte de la laguna Paucarcocha a una altura de 4280 msnm, donde se encuentra asentado la población de Tanta, hasta la zona denominada Tragaderos,

ubicada después de la confluencia de las aguas de la laguna Mullococha, con el río Cañete, zona muy particular llamada así, particularmente por existir una depresión geológica de carácter kárstico donde el curso de agua del río se hace subterráneo, disminuyendo drásticamente su caudal quedando algunas veces sin agua el lecho del río sobre todo en época seca, regresando a la superficie aproximadamente 7 km más adelante a 400 m de Uchuchaca.

Espacialmente, la zona comprende terrenos ondulados con depresiones topográficas lagunares, con gradientes altitudinales y longitudinales, con pendientes moderadas que van de 4% a 25%, teniéndose para la zona de Tanta (Paucarcocha) pendientes que van hasta 75% formando valles en U, en las que se encuentran depósitos fluvio-glaciares.

En el área específica de la investigación, se encuentra la Empresa El Platanal, CELEPSA (Central Eléctrica El Platanal S.A.), la cual, viene realizando sus operación en el río Cañete, desde el embalse Paucarcocha ubicado en la laguna Paucarcocha a una altura de 4220 msnm, hasta el embalse Restitución ubicado a 900 msnm, desde el año 2010, la cual se toma los resultados de los estudios que viene realizando, que han sido requeridos por la autoridad competente para la autorización y funcionamiento de sus operaciones, un plan de manejo ambiental y una serie monitoreos hidrobiológicos desde el 2002 hasta la fecha. En su radio de influencia abarcan y establecen zonas de monitoreo que incluyen la cuenca alta, media y baja del Río Cañete.

Para la zona de estudio, sector Tanta, CELEPSA, se está tomando en cuenta la información de macroinvertebrados bentónicos del año 2008 al año 2019, teniéndose registrado entre los principales Phylum de artrópodos, anélidos, moluscos, nematodo y platelmintos, que fueron identificados en el Laboratorio de Hidrobiología II, de la FOPCA-UNFV.

Las estaciones de monitoreo se ubican en la Región de Lima, provincia de Yauyos distrito de Tanta, dentro de Reserva Paisajística Nor Yauyos, en la que el pueblo de Tanta se encuentra a inicios de la Laguna Paucarcocha y río Cañete.

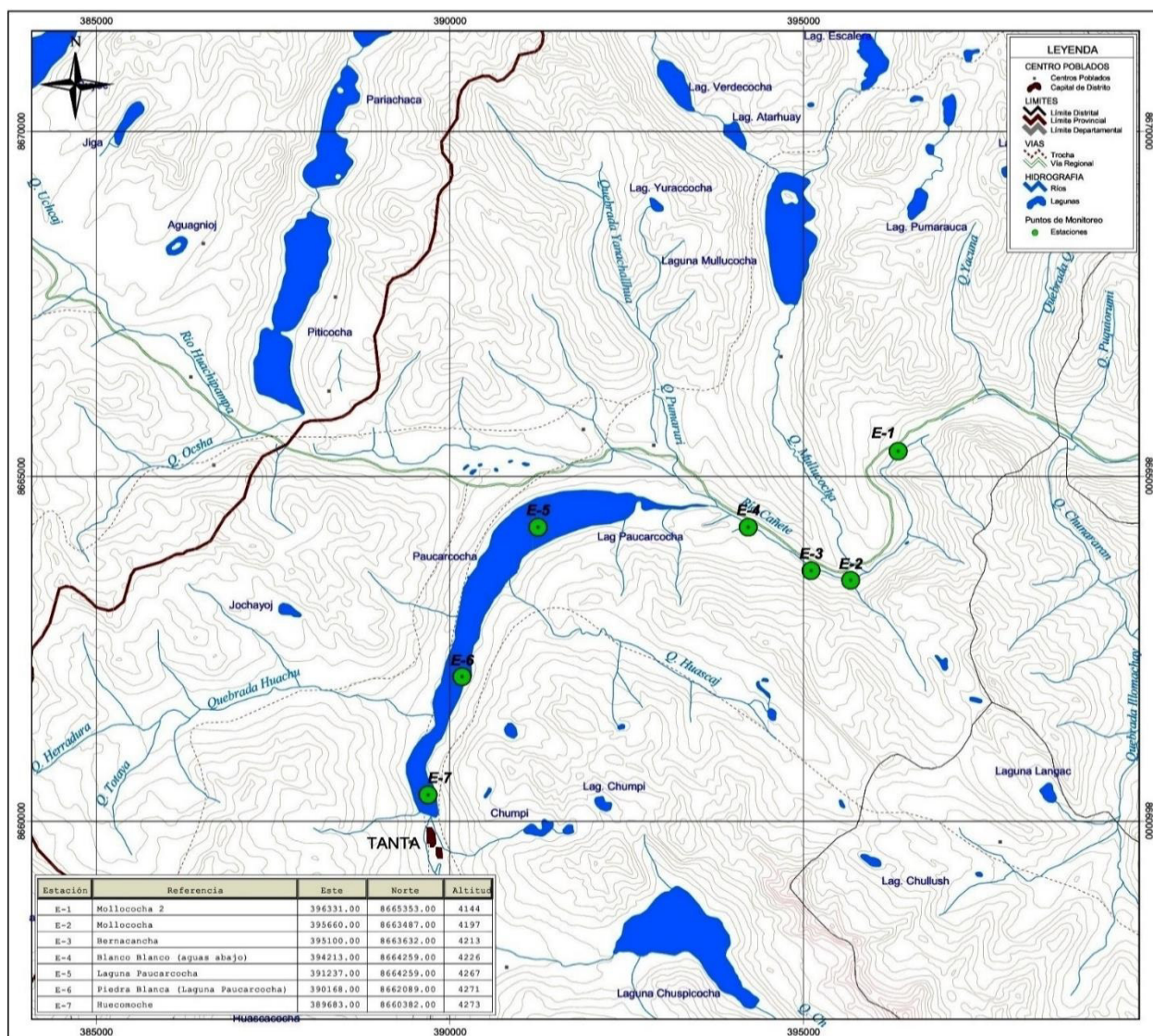
**Tabla 1**

*Estaciones de monitoreo*

Estación	Referencia	UTM - N	UTM - E	Altura
E-7	Huecomoche	8660382	389683	4273
E-6	Piedra Blanca	8662089	390168	4271
E-5	Laguna Paucarcocha	8664259	391237	4267
E-4	Blanco Blanco (aguas abajo)	8664259	394213	4226
E-3	Bernacancha	8663632	395100	4213
E-2	Mullococha	8663487	395660	4205
E-1	Mullococha 2	8665353	396331	4144

**Figura 1**

*Ubicación de las estaciones de monitoreo*

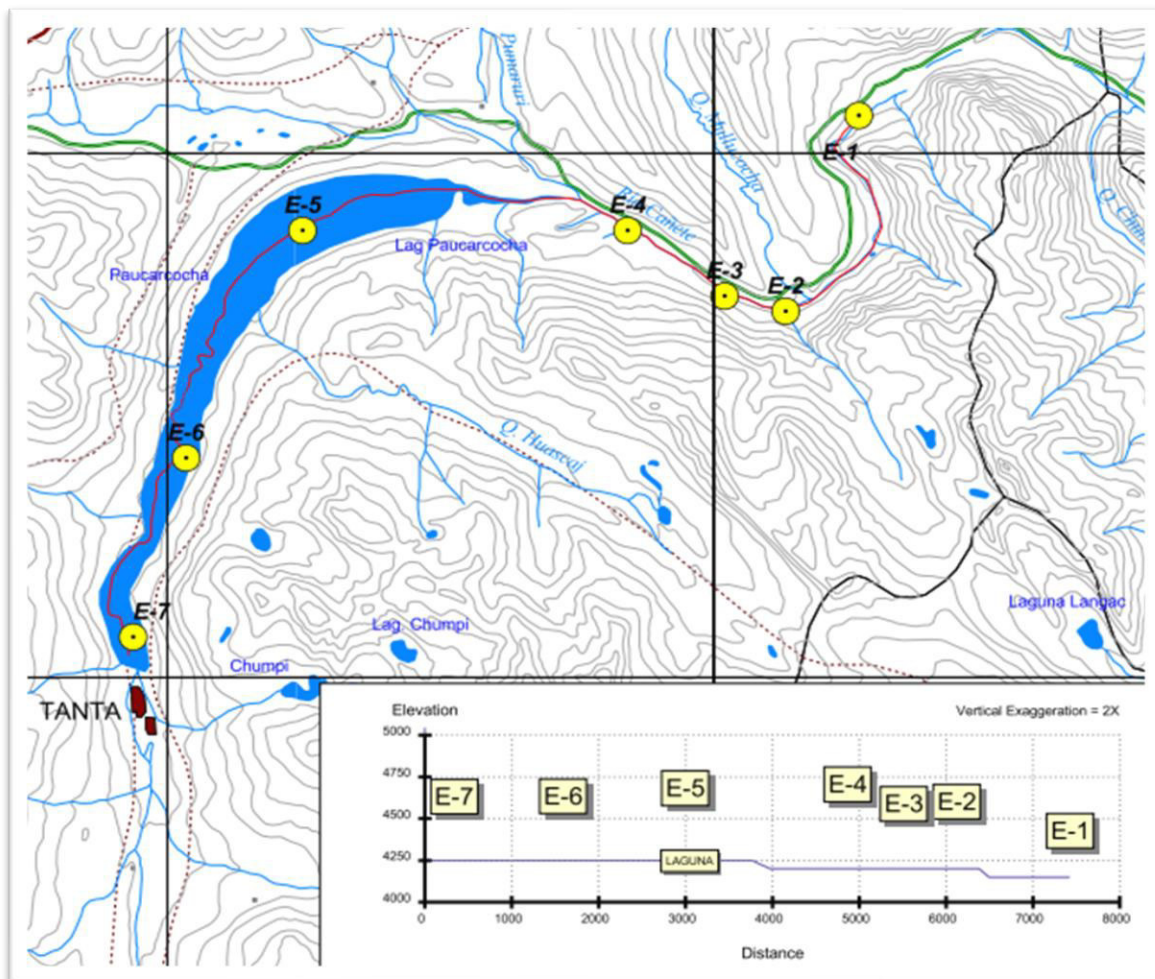


**Nota:** Tomado de los informes de monitoreo CELEPSA.

Tomando la ubicación de las estaciones se puede elaborar un perfil de las estaciones

**Figura 2**

*Perfil longitudinal de las Estaciones de Monitoreo*



**Nota:** Tomado de los informes de monitoreo CELEPSA.

**2.1.5.2 Descripción de las estaciones de monitoreo.** Las estaciones de monitoreo para el estudio se tomaron de acuerdo con el Monitoreo Hidrobiológico, que se viene realizando, por la Compañía Eléctrica El Platanal S.A. (CÉLEPSA), como parte de los compromisos derivados del Plan de Manejo Ambiental del embalse de la Laguna Paucarcocha del Proyecto Hidroeléctrico “El Platanal”, río Cañete, aprobado por la Dirección de Asuntos Ambientales Energéticos, con Oficio N° 3411-2008-MEM-AAE DEL 18 de diciembre del 2008. Dicha aprobación contó con la recomendación de la Dirección de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Energía y Minas (Informe 045-2008-MEM-AAE-MM).

**Figura 3***Ficha técnica: Estación Huecomoche*

Estación	Referencia	
E-7	Huecomoche	
UTM – N	UTM – E	Altura
8660382	389683	4273

**Sustrato**

Sustrato de arena y arcilla en los bordes y con grava.

**Macrophytas**

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	HALORAGALES	HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum quitense</i>	Poca densidad, muy esparcida

**Figura 4***Ficha Técnica: Estación Piedra Blanca*

Estación	Referencia	
E-6	Piedra Blanca	
UTM – N	UTM – E	Altura
8662089	390168	4271



Sustrato

Sustrato de arena en los bordes y playas con grava y canto rodado.

Macrophytas

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	HALORAGALES	HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum quitense</i>	Poca densidad, muy esparcida

Figura 5

Ficha Técnica: Estación Laguna Paucarcocha

Estación	Referencia
E-5	Laguna Paucarcocha

UTM - N	UTM - E	Altura
8660382	389683	4273



Sustrato

Sustrato de arena en los bordes y grava en su mayoría, con canto rodado esparcido

Macrophytas

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	LILIOPSIDA	ALISMATALES	POTAMOGETONACEAE	<i>Potamogeton sp.</i>	en ciertas zonas a la entrada de la laguna muy esparcida
		NAJADALES	ZANNICHELLIACEAE	<i>Zannichellia andina</i>	

## Figura 6

*Ficha Técnica: Estación Blanco Blanco (aguas abajo)*

Estación	Referencia
E-4	Blanco Blanco (aguas abajo)

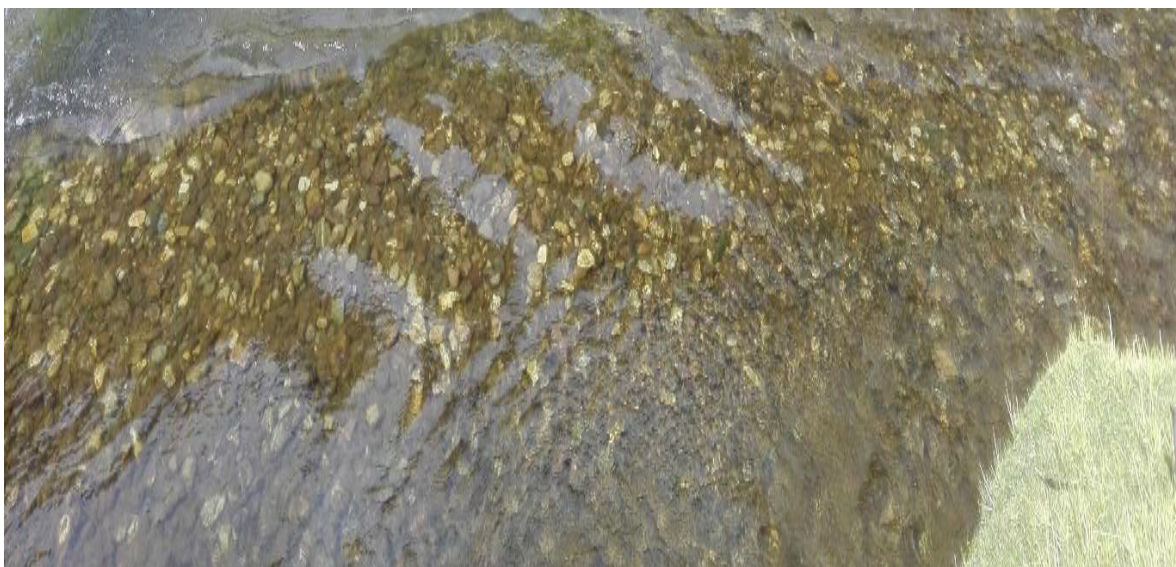
UTM - N	UTM - E	Altura
8664259	394213	4226



Sustrato

En las orillas sustrato de cascajo y arcilla, con algunas rocas dispersas, con parches de perifiton cercano

Macrophytas



PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	HALORAGALES	HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum quitense</i>	esparcida

**Figura 7***Ficha Técnica: Estación Bernacancha*

Estación	Referencia	
E-3	Bernacancha	
UTM - N	UTM - E	Altura
8663632	395100	4213

**Sustrato**

Arena y limo con cascajo y rocas en el lecho, y zonas con presencia de arcilla, presentando en su trayecto bolones y rocas en su curso, en la parte central y a orillas

**Macrophytas**

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	HALORAGALES	HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum quitense</i>	frecuente
	LILIOPSIDA	NAJADALES	ZANNICHELLIACEAE	<i>Zannichellia andina</i>	muy esparcida

Figura 8

Ficha Técnica: Estación Mullococha

Estación	Referencia	
E-2	Mullococha	
UTM - N	UTM - E	Altura
8663487	395660	4205

**Sustrato**

Arena – arcilla y limo entre cantos rodados, con zonas de raíces de vegetación al borde, con islas verdes formada por rocas y cantos rodados.

**Macrophytas**

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	HALORAGALES	HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum quitense</i>	frecuente
	LILIOPSIDA	NAJADALES	ZANNICHELLIACEAE	<i>Zannichellia andina</i>	frecuente

Figura 9

Ficha Técnica: Estación Mullococha 2

Estación	Referencia	
E-1	Mullococha 2	
UTM - N	UTM - E	Altura
8665353	396331	4144

**Sustrato**

Arena – grava con cantos rodados esparcidos y limo más acentuado en las orillas en época seca y cubiertas en época de lluvia.

**Macrophytas**

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	OBSERVACIONES
MAGNOLIOPHYTA	MAGNOLIOPSIDA	HALORAGALES	HALORAGACEAE	<i>Myriophyllum quitense</i>	frecuente
	LILIOPSIDA	NAJADALES	ZANNICHELLIACEAE	<i>Zannichellia andina</i>	esparcida

**2.1.5.3 Características físicas y químicas de la zona de estudio.** La caracterización de la calidad del agua se toma en referencia a los parámetros monitoreados de temperatura, pH, oxígeno disuelto, dureza y turbidez, realizados en los informes de monitoreo efectuados in situ, con el uso de equipos portátiles, de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales establecido mediante R.J. N° 182-2011-ANA, donde los datos se encuentran en el Anexo 3, y que esta información se presenta los promedios para el periodo 2008 – 2019 para la zona de la Laguna Paucarcocha y la zona del río Cañete.

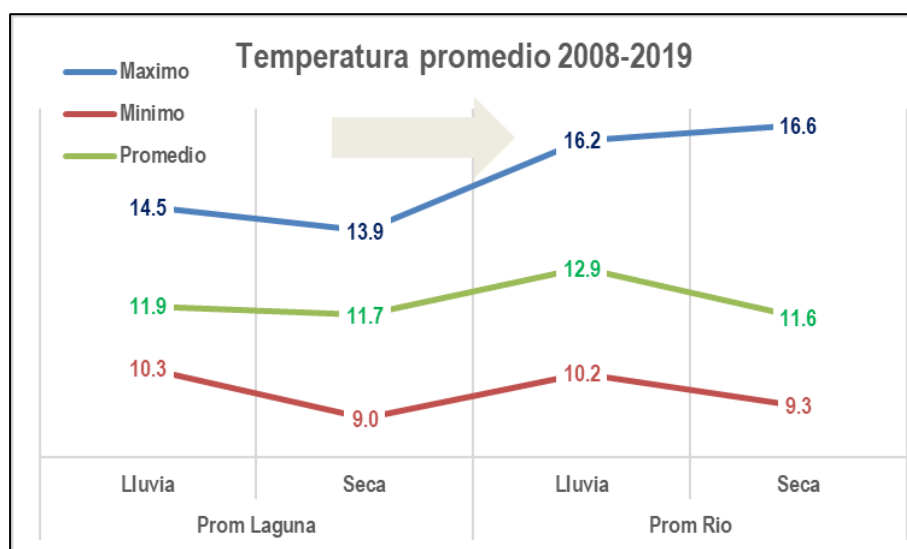
**Figura 10**

*Equipo empleado para los monitoreos*



**Figura 11.**

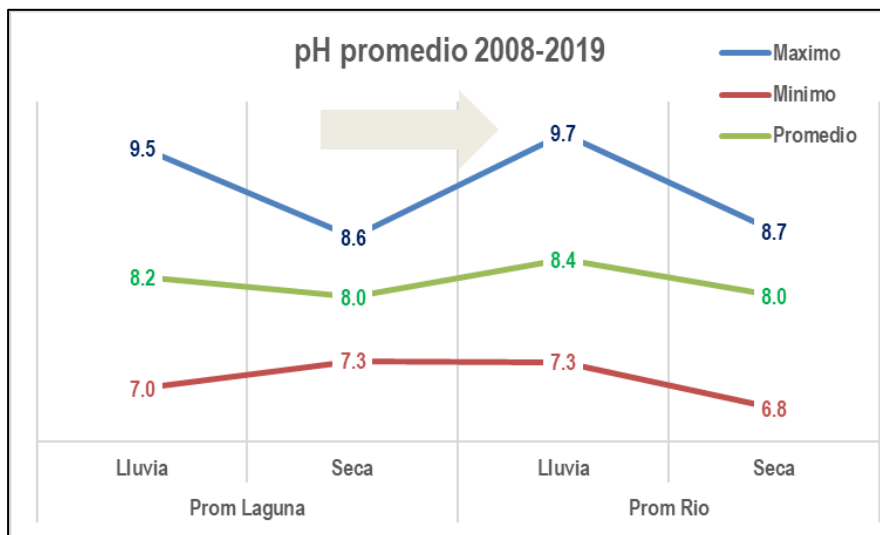
*Temperatura (°C) del agua promedio por zona y estación Periodo 2008 - 2019*



La temperatura de la laguna Paucarcocha fue en promedio  $11,9^{\circ}\text{C}$  para época de lluvia  $11,7^{\circ}\text{C}$  para época seca máximo  $14,5^{\circ}\text{C}$  y mínimo  $9,0^{\circ}\text{C}$ . Para el río Cañete  $12,9^{\circ}\text{C}$  en época de lluvia y  $11,6^{\circ}\text{C}$  para época seca, máximo de  $16,8^{\circ}\text{C}$  y mínimo de  $9,3^{\circ}\text{C}$  en época seca.

**Figura 12**

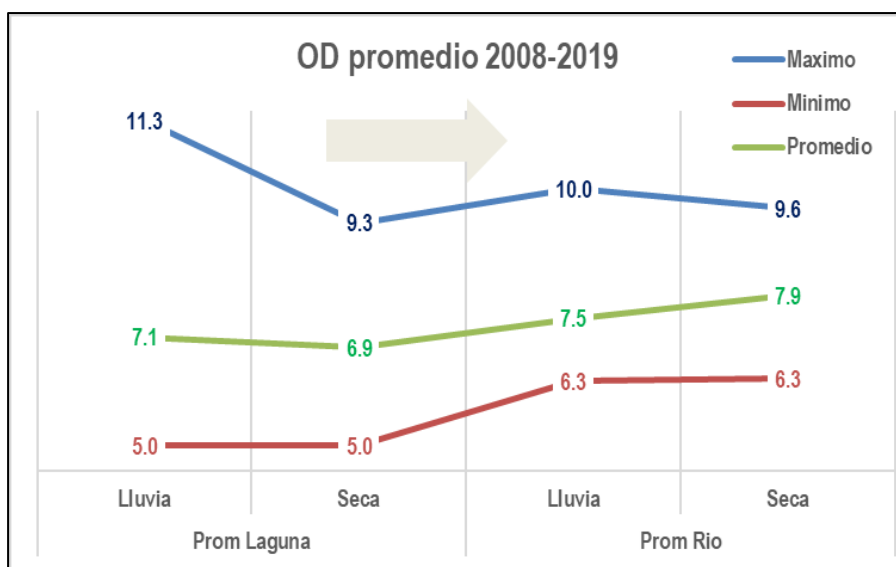
*pH del agua promedio por zona y estación Periodo 2008 – 2019*



El pH fue más alto en época de lluvia para ambas zonas siendo en promedio 8,2 en y 8,0 en época seca, y en la zona del río cañete de 8,4 en época de lluvia y 8,0 para época seca.

**Figura 13**

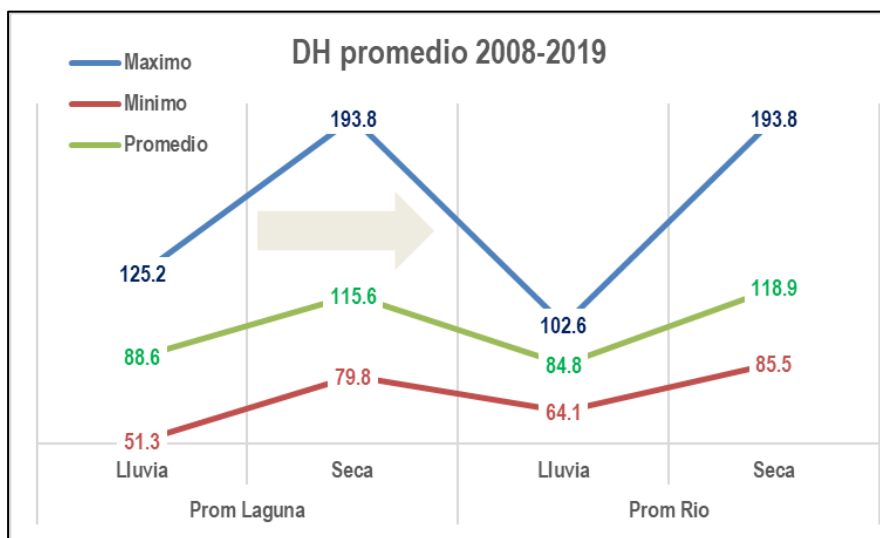
*Oxígeno disuelto (mg/L) del agua promedio por zona y estación Periodo 2008 – 2019*



El oxígeno disuelto en el agua fue menor para la zona de la laguna Paucarcocha registrándose un promedio para el periodo 2008 – 2019 de 7,1 mg/L en época de lluvias y de 6,9 mg/L en época seca, y en la zona del rio Cañete de 7,5 mg/L en época de lluvias y de 7,9 mg/L para época seca.

**Figura 14**

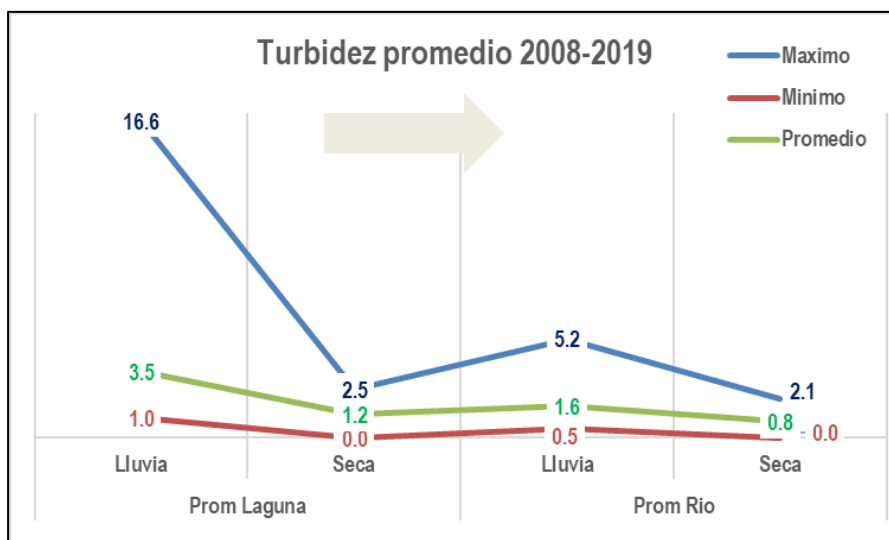
*Dureza (mg/L) del agua promedio por zona y estación Periodo 2008 – 2019*



La dureza del agua fue mayor en época seca para ambas zonas, 88,6 mg/L en época de lluvias y 115,6 mg/L en época seca, y en rio Cañete 84,8 mg/L en lluvias y 118,9 mg/L en seco.

**Figura 15**

*Turbidez (NTU) del agua promedio por zona y estación Periodo 2008 – 2019*



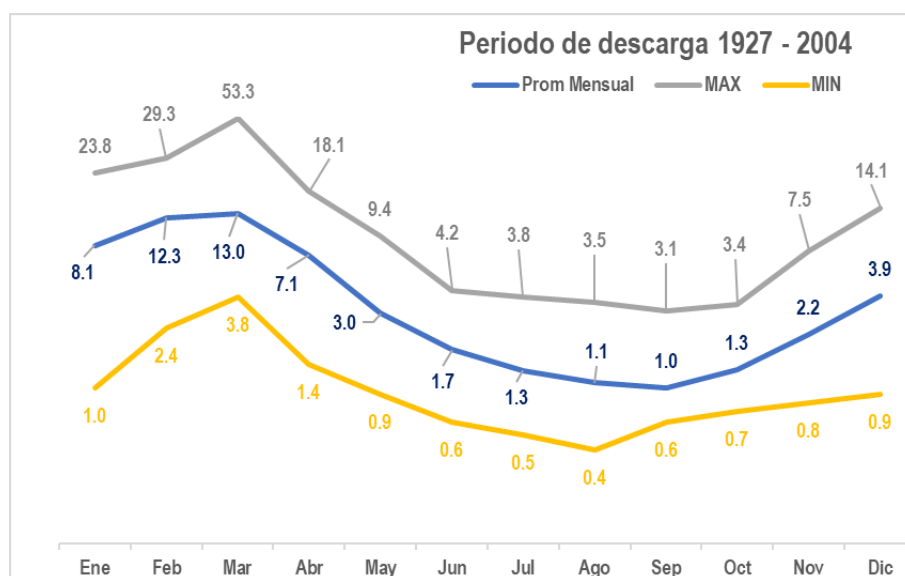
La turbidez fue más baja en época seca para ambas zonas siendo de 3,5 NTU en época de lluvias registrándose un pico alto de 16,6 NTU, y en época seca de 1,2 NTU, mientras en la zona del río Cañete de 1,5 NTU en época de lluvias y de 0,8 NTU en época seca.

**2.1.5.4 Hidrología del río Cañete a la salida de la laguna Paucarcocha.** La hidrología fue tomada en cuenta de acuerdo a la información tomada del Plan de Manejo Ambiental del Embalse de la Laguna Paucarcocha del Proyecto Hidroeléctrico El Platanal octubre 2007, Elaborado por ERM Perú S.A., (Anexo 2) donde presenta la información elaborada para CELEPSA, donde el caudal mínimo histórico a la salida de la laguna fue 0,4m<sup>3</sup>/s en agosto de 1992 y 1993 y el promedio mensual mínimo en el periodo 1927-2004 fue de 1,0m<sup>3</sup>/s, setiembre.

Mientras que el caudal máximo histórico fue de 53,3 m<sup>3</sup>/s en marzo de 1972 y el promedio mensual máximo en el periodo 1927-2004 fue de 13,1m<sup>3</sup>/s (marzo) tal como se aprecia en la figura siguiente.

**Figura 16**

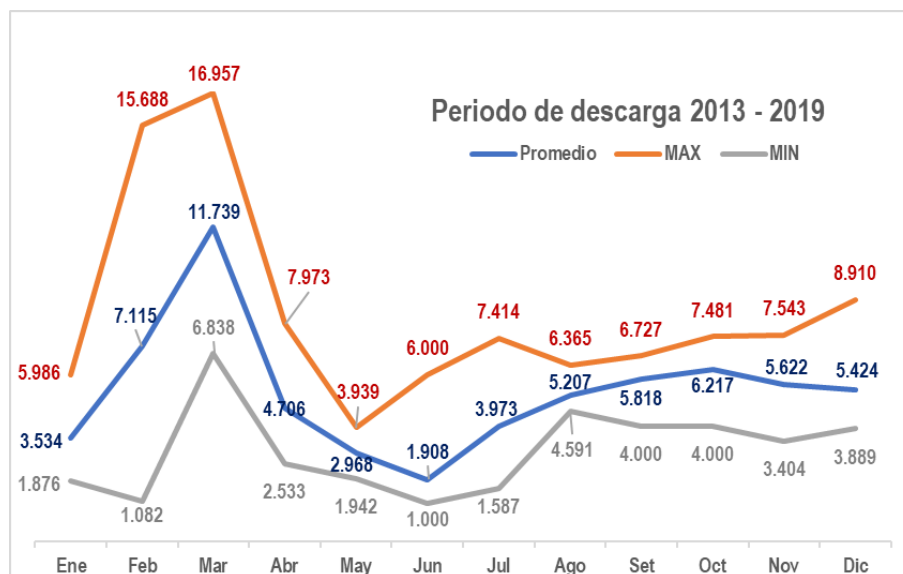
*Caudales máximos y mínimos de la Laguna Paucarcocha (m<sup>3</sup>/s)*



Tomando la información de la estación hidrométrica de CELEPSA de los años 2013 al 2019 como complemento, siendo ellos tomados luego de la construcción del embalse en la laguna Paucarcocha la cual es regulado para obtener un caudal constante para sus operaciones eléctricas río abajo. (ver Anexo 2), determinando para la zona un caudal mínimo de 1 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 17**

*Caudales controlados en la Laguna / embalse Paucarcocha m<sup>3</sup>/s*



*Nota.* Hidrología Paucarcocha. Estación hidrométrica. Tomado de CELEPSA (2020)

### 2.1.5.5 Comunidad de macroinvertebrados en el río Cañete

Se ha mencionado líneas arriba sobre la composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos (Walsh 1999, Acosta 2015, CELEPSA 2008 – 2019) y la influencia de factores externos sobre su distribución, así como la naturaleza y condiciones ambientales del río Cañete.

En este acápite los macroinvertebrados bentónicos están diversificados en los Phylum Artrópoda, Mollusca, Nematoda, Platyhelminthes, Anélida, los cuales desarrollan como todo organismo vivo una serie de adaptaciones al ambiente principalmente en lo que refiere a la respiración (hidropnéustica aeropneustico o branquial, tegumentaria) alimentación (recolectores, fragmentadores, raspadores, filtradores, predadores y perforadores), por condiciones fluviales (reófilos, de velocidad lenta y a la deriva).

Los resultados de los monitoreos realizados por la empresa CELEPSA durante el periodo 2008 – 2019 se presentan en el Anexo 1

En la figura 18 se muestra la Red Surber utilizada para colecta de macroinvertebrados

**Figura 18**

*Red Surber para colecta de macroinvertebrados*



### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de Investigación

La determinación de la estructura comunitaria en el río Cañete será aplicativo para el conocimiento de su distribución y la sostenibilidad de la integridad ecológica del río Cañete frente a cualquier cambio o actividad exógena.

- Por su finalidad: Es aplicada
- Por su alcance temporal: Es transversal
- Por sus fuentes: Mixta (fuentes primarias y secundarias)
- Por su carácter en la medida: Cuantitativo y Cualitativo.
- Por su naturaleza: Explicativo
- Por el marco donde se lleva a cabo: De campo
- Por su profundidad: exploratoria, descriptiva, correlacional, explicativo.

#### 3.2. Población y muestra

Para determinar la estructura poblacional de la comunidad macro bentónica se estableció la zona comprendida en la cuenca Alta en los niveles de 4273 msnm (Huecomoche) a 4144 msnm (Mullococha), distribuyendo 3 estaciones en la Laguna Paucarcocha y 4 estaciones a la salida de la presa, hasta la zona denominada Tragaderos.

El material colectado, se realizó tanto para los meses de julio y diciembre que representan la Época Seca (baja precipitación) y Época Húmeda (lluvias), comprendida para el periodo del año 2010 al 2019, complementado con los reportes de muestreo de macroinvertebrados en la zona adicionalmente en el periodo 2008 y 2009, periodo antes de la construcción de la presa.

Las muestras colectadas fueron analizadas e identificadas en el Laboratorio de Hidrobiología II de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Las estaciones empleadas para el análisis de macroinvertebrados, se ubican entre los 4144 msnm a 4273 msnm, para 20 monitoreos realizados en el periodo 2008-2019, de los cuales la Estación Mullococha 2, se planteó posteriormente teniéndose data desde 2013 al 2019. Para la Estación Huecomoche no se efectuó monitoreo el año 2009-I-2010-2011 y la Estación Bernacancha se tiene data desde el periodo 2010-2019.

### Figura 19

#### Estaciones de monitoreo con información

Estacion de monitoreo	I° MHP 27-28 Nov. 2008	II° MHP 25 de jun. 2009	III° MHP 21 de nov. 2009	IV° MHP 23-25 de junio 2010	V° MHP 28 de junio 2011	VI° MHP 27 jun. 2012	VII° MHP 10 - 11 jul. 2013	VIII° MHP 04 - 05 dic. 2013	IX° MHP 27 - 28 jun. 2014	X° MHP 02 - 03 dic. 2014	XI° MHP 01 - 02 jul 2015	XII° MHP 16-17 de dic 2015	XIII° MHP 15-16 jun 2016	XIV° MHP 15-16 dic 2016	XV° MHP 26-27 jun 2017	XVI° MHP 13-15 dic 2017	XVII° MHP 19-22 jun 2018	XVIII° MHP 13-14 dic 2018	XIX° MHP 12-13 jun 2019	XX° MHP 04-05/12/2019
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019								
E-7 Huecomoche	▲		▲			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
E-6 Piedra Blanca	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
E-5 Lag Paucarcocha	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Blanco Blanco (aguas arriba)	▲	▲	▲	▲	▲															
E-4 Blanco Blanco (aguas abajo)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
E-3 Bernacancha				▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
E-2 Mollococha	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
E-1 Mollococha 2							▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

### 3.3. Operacionalización de variables

La distribución de macroinvertebrados bentónicos depende de la influencia de factores abióticos mencionado anteriormente y también de factores bióticos, principalmente de interacción biológica.

Ya que los macroinvertebrados yacen en los hábitats fluviales, la influencia de factores hidro morfológicos, la dinámica hídrica y geodinámica juegan un rol importante en el comportamiento y distribución de estas comunidades bénticas en las cuales se experimenta variaciones

temporales en su comportamiento y distribución, aún más, el efecto se incrementa sumado a las estructuras existentes de represamiento de aguas.

De acuerdo con García de Jalón (2008), es conocido los efectos de las especies acuáticas aguas debajo de las represas o embalses, para embalses carentes de sedimentos, se produce una erosión laminar como en otros casos la incisión del cauce y el acorazamiento del sustrato, favoreciendo a la formación de nuevos hábitats, los cuales pueden llegar a estabilizarse teniendo efecto en la distribución, diversidad y densidad de organismos acuáticos.

### **Variables independientes**

#### **i) Parámetros hidráulicos y estacionalidad del río**

La estacionalidad se presenta por el régimen de lluvias estacionales que se dan en la zona, las cuales establecen una Estación Húmeda en donde se presentan los mayores caudales para los meses de febrero a abril siendo marzo el mes de mayor caudal.

El aumento de caudal produce áreas inundables, con arrastre de sólidos por lluvias en el agua incrementándose la turbidez, con variaciones fisicoquímicas como el pH, Dureza, asimismo se produce el arrastre de sedimentos, cantos rodados con cambios del sustrato del lecho del río, lo que afecta el hábitat bentónico de las comunidades de macroinvertebrados y crea asimismo por estas condiciones un stress hidráulico influyendo en la composición de taxas y su distribución.

En algunos organismos macroinvertebrados bentónicos con condición reófilos favorecen al cumplimiento de su ciclo vital.

Estacionalmente existe otra época denominada Estación Seca, que se registra en los meses de agosto y setiembre con el menor caudal, con ello aguas más calmas y claras con muy baja turbidez, y menor profundidad, disminuyendo la concentración de oxígeno disuelto en varios sectores donde se ensancha el río. En esta estación se presenta sitios de diversas especies y el desarrollo poblacional de macroinvertebrados.

Los cambios de estacionalidad generan una dinámica en la distribución del sustrato que de acuerdo con su característica tiende a un Equilibrium Model (propuesta por Lotka y Volterra), redistribuyéndose nuevamente los organismos macro bentónicos a los sustratos formados y son justamente los generados luego de la construcción de la presa.

## **ii) Geomorfología de cauce**

El río Cañete en su trayecto presenta la forma de “L”. En su zona alta presenta una morfología profunda con pendientes entre los 25° y 50° Constituida por nevados y lagunas de morfología profunda, hasta los 4800 msnm, continuando por una meseta de terrenos volcánicos paleógenos hasta los 4000 msnm, que es recortada con pendientes moderadas y valles en forma de “U”, presentándose depósitos fluvio-glaciares, morrénicos y extensas zonas pantanosas, generadas en la zona alta por el afloramiento de manantiales y deshielos glaciares dándose un flujo subterráneo que discurre sobre una morfología cárstica de origen cuaternario sobre el cauce principal, con fragmentaciones, bifurcaciones en su trayecto de cauce bajo un sistema de travertinos o tufas, formando doce lagunas escalonadas cerradas por diques naturales, constituidos por la precipitación del carbonato de calcio, hasta los 3600 msnm. Estas condiciones caracterizan la hidroquímica del agua con pH sobre las 8 unidades.

Estas pendientes influyen con la característica del sustrato presentándose en las zonas altas de pendientes fuertes, sustratos de mayor tamaño de canto rodado y fragmentos de roca, mientras comparativamente en la llanura aluvial y desembocadura predominan los limos y arenas. Esta característica influye en la distribución longitudinal de los grupos de macroinvertebrados bentónicos como en los niveles de stress.

La altitud en conjunto con la presión atmosférica es importante en tomar en cuenta la saturación del oxígeno disuelto sobre todo en la estación seca donde las aguas pierden movimiento, factores que influyen en la distribución de las poblaciones.

### **iii) Composición del sustrato**

El sustrato permite la especialización de los organismos de macroinvertebrados bentónicos, teniéndose en cuenta que el uso del sustrato permite a estos organismos refugiarse, alimentarse y desplazarse. Los cambios del sustrato de acuerdo a las variaciones hidráulicas (estacionales) del río generan variaciones en la distribución longitudinal de los macroinvertebrados bentónicos.

Los sustratos pueden estar constituidos por partículas orgánicas e inorgánicas y estas a su vez clasificadas por su tamaño desde pequeñas arenas y limos hasta cantos rodados y fragmentos de roca en la zona de estudio.

La composición del sustrato facilita al crecimiento de perifiton y macrofitas, generando condiciones de microhábitats y la mayor composición de especies de macroinvertebrados, siendo muy importantes como sustrato para diferentes tipos larvarios metamórficos de insectos y refugio de ellos y deposición de huevos. Además, estos ambientes son ricos en zooplancton alimento de los macroinvertebrados y perifiton en las rocas adyacentes a la línea de ribera.

### **iv) Parámetros fisicoquímicos**

Los parámetros fisicoquímicos del agua son muy condicionantes en la posición y densidad de las especies en conjunto con el sustrato que los contiene.

Los principales parámetros como temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, Dureza y turbidez pueden variar estacionalmente, principalmente la turbidez por arrastre de sedimentos que afectaría a la zonificación de los macroinvertebrados bentónicos. Algunas veces, el pH y la dureza pueden variar en la gradiente longitudinal de la cuenca debido a la naturaleza kárstica por las tufas y travertinos en la zona alta del río Cañete, y también por tributarios al río, como en el aporte de la laguna Mullococha y su quebrada del mismo nombre, en la parte final.

Las variaciones o fluctuaciones de estos parámetros fisicoquímicos que se producen principalmente por la estacionalidad y régimen hidrológico del río provocan cambios en la estructura del hábitat, principalmente en el tipo, composición de sustrato y disponibilidad de recursos tróficos para la comunidad de macroinvertebrados, influenciando en la composición o riqueza y densidad de organismos.

También existen factores exógenos que afectan y generan cambios drásticos en la composición y densidad poblacional de macroinvertebrados con la contribución de materia orgánica proveniente de las actividades de las poblaciones locales.

### **Variables dependientes**

#### **i) Composición específica.**

Determinado por la riqueza en el número de especies o taxas presentes en una estación de muestreo y/o cuerpo de agua (laguna / río). El número de especies pueden variar de acuerdo a la composición que tenga la comunidad, y que puede estar determinado por el rango de tolerancia con las variables independientes (sustrato, estacionalidad, geomorfología, parámetros fisicoquímicos del agua), la capacidad de colonización, y ventajas competitivas de estabilización.

#### **ii) Densidad.**

En el que se representa por el total de organismos presentes en un área. Este parámetro también es susceptible a las modificaciones y naturaleza de hábitat y fluctuaciones de las variables independientes asociándose también con factores exógenos.

#### **iii) Frecuencia de una especie**

Con referencia a la frecuencia total de todas las especies, por la estacionalidad y el cuerpo de agua sea laguna Paucarcocha o río Cañete.

#### **iv) Diversidad de especies**

Para la información e interpretación de diversidad biológica se usó índices.

Riqueza ó el número de especies diferentes que están presentes en determinada zona, y el cual es medido por los índices ecológicos de diversidad la cual está relacionada con las leyes matemáticas que rigen la transmisión y el procesamiento de la información y se ocupa de la medición de la información y de la representación de esta.

Los índices utilizados fueron los siguientes:

### **-Índice de Dominancia de Simpson (1949)**

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’.

El índice de dominancia de Simpson es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \quad \text{Dónde:}$$

$D_{Si}$  = Índice de dominancia de Simpson

$ni$  = Número total de individuos de la especie  $i$

$N$  = Número total de individuos de todas las especies

### **-Índice de Equidad**

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad. Para un grupo de especies una alta equidad indica que las especies abundan homogéneamente en el área, y por ello su diversidad será alta.

### **-Índice de Pielou (1969)**

Este índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H}{H'_{max}}$$

Dónde:

J = Índice de Equidad

H' = Índice de Shannon-Wiener

H'max = Es el valor que tendría H' si todas las especies en la comunidad tuvieran el mismo número de individuos

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, siendo 1 lo correspondiente a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

**-Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) (1949).**

Este índice fue utilizado para determinar la diversidad de cada una de los taxas evaluados, se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa y se calcula con la siguiente fórmula:

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

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = Número de especies

Pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos. Abundancia relativa de la especie i: ni/N

El valor máximo que adquiere en los ríos para las comunidades de invertebrados béticos es de 4,5. valores inferiores a 2,4 - 2,5 indican que el sistema está sometido a tensión (vertidos, dragados, canalizaciones, regulación por embalses, etc.).

Es un índice que disminuye mucho en aguas contaminadas. Por tanto, cuanto mayor valor tome el índice de Shannon - Wiener, mayor calidad tendrá el agua objeto de estudio.

En la tabla 2 se presenta cuatro variables independientes y cinco variables dependientes independientes con sus indicadores respectivos los cuales según el caso algunos son de tipo cualitativo y otros cuantitativos

**Tabla 2**

*Variables independientes y dependientes*

Variables	Indicadores		
Variables independientes	-Parámetros hidráulicos y estacionales del río	Caudal estacionalidad	
	-Geomorfología de cauce	Laguna Rio Cañete Arena limo	
	-Composición del sustrato	Canto rodado Fragmentos de roca	
	-Parámetros fisicoquímicos	Temperatura Oxígeno disuelto pH Dureza Turbidez	
	Variables dependientes	-Composición específica	%
		-Densidad	%
		-Frecuencia de una especie	%
		-Dominancia	%
		-Diversidad de especies	Simpson Equidad Shannon Wiener

### **3.4. Instrumentos**

Se tomo la información y data de los muestreos realizados en el periodo 2008 al 2019 de los monitoreos presentados por CELEPSA, a la Dirección de Energía del Ministerio de Energía y Minas, solicitándolos parte de ellos al MEM y otros de CELEPSA.

Se utilizó la información de los registros fisicoquímicos y aspectos bióticos de macroinvertebrados, complementándose para ello se complementó con información primaria y secundaria de la zona, características hidrológicas, geológica del rio Cañete, de estudios realizados, tomando asimismo la información de caudales diarios que se presentan en la página de CELEPSA, para el sector de Tanta – Laguna Paucarcocha.

### **3.5. Procedimientos**

Sistematización de la data biológica y fisicoquímica respecto a la información de CELEPSA, se dispuso en Microsoft Excel en cuadros, para posteriormente representar la data en forma de Figuras para su mejor comprensión en forma resumida proceder a su interpretación.

-Se evaluó la información fisicoquímica representándola en el tiempo, determinándose la media mensual.

-El caudal se tomó de la información de estudios anteriores del periodo de 1927 – 2004 como referencia del Estudio del Plan de Manejo Ambiental por ERM, y de la página de CELEPSA de los datos diarios dentro del periodo 2013 al 2019.

-En forma gráfica se representó la información de los macroinvertebrados identificados por clase, familia y especie.

En la evaluación de la información se consideró las dos épocas naturales de régimen hidrológico asimismo las estaciones que se monitorean en la misma laguna Paucarcocha y las estaciones que están posteriormente en el rio Cañete, hasta la zona denominada Tragaderos.

Se organizo en dos zonas de evaluación dos tipos de cuerpo de agua, laguna Paucarcocha (léntico) y rio Cañete (lotico) con las dos épocas hidrológicas de lluvias y de seca.

La composición de las comunidades de macroinvertebrados se identifica las especies por zona y estacionalidad determinando las especies estables y variantes en ellas, mediante ausencia y presencia.

Estos resultados con su densidad registrada se evalúan mediante el análisis de Componentes Principales por correlación, la que se desarrolla con las variables independientes mostrando un análisis de ellos y su relación más significativa con las dependientes, realizándose en forma separada cada una de las zonas y su estacionalidad efectuando además un análisis de Principales Coordenadas por el método Morosita, relacionándolos.

Luego mediante un análisis de Similaridad de Morosita, para la relación existente entre la abundancia y riqueza de especies, frente a los componentes independientes.

Asimismo, se efectúa un análisis de Similaridad de Bray-Curtis el que muestra una mejor separación relacional de los componentes para la zona 2 estación húmeda.

### 3.6. Análisis de datos

Para establecer la estructura de la comunidad se llevó a cabo toda la información de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo, zonificando según tabla

**Tabla 3**

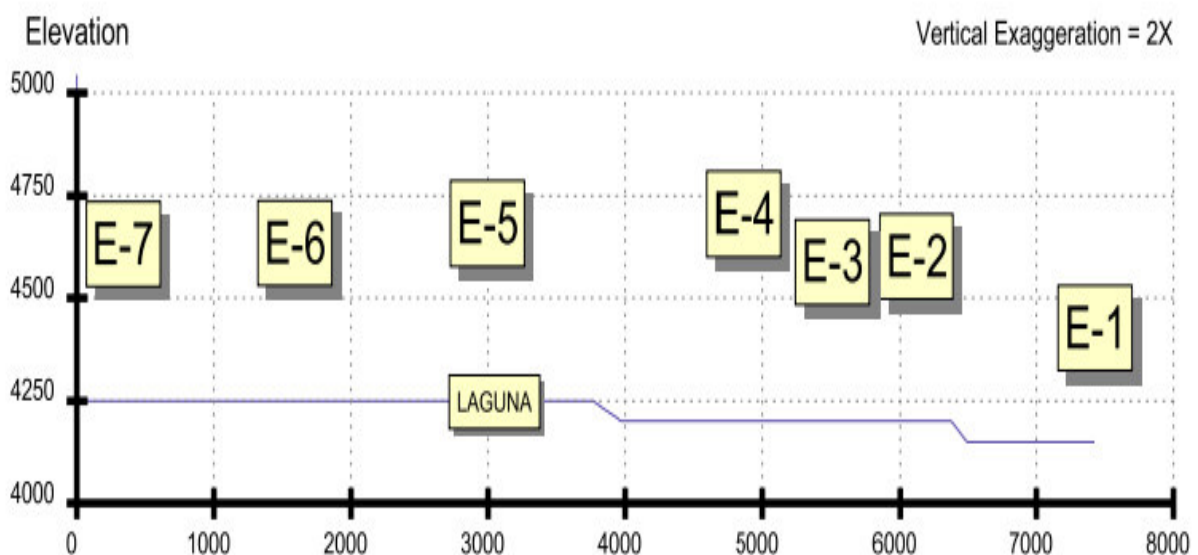
*Ubicación de estaciones monitoreadas por zona.*

Cuenca Alta de 5800 a 4000 msnm						
Estación	UTM - E	UTM - S	Altura	Zona		
E-7 Huecomoche	389683	8660382	4273	Laguna Paucarcocha	Zona 1	
E-6 Piedra Blanca	390168	8662089	4271			
E-5 Laguna Paucarcocha	391237	8664259	4267			
E-4 Blanco Blanco (aguas abajo)	394213	8664259	4226	Rio Cañete      Zona 2		
E-3 Bernacancha	395100	8663632	4213			
E-2 Mullococha	395660	8663487	4205			
E-1 Mullococha 2	396331	8665353	4144			

Estas dos zonas tienen características distintas ya que una es la Laguna Paucarcocha construida desde 2010 en un embalse para almacenamiento de agua y aseguramiento de este recurso río abajo, y la otra zona es el propio río Cañete hasta la zona de tragaderos, llamado así, porque en época seca, donde el caudal se mantiene mínimo, el agua se sumerge e inclusive cuando el caudal es muy bajo, desaparece el río para luego aflorar kilómetros más adelante.

### Figura 20

*Distancia y altitud de las estaciones monitoreadas*



La estructura de la información entonces se trabajó por zonas y por épocas naturales de seca donde hay ausencia de lluvias y húmeda donde las precipitaciones se dan en el área de estudio.

Los datos empleados se dividieron en dos secciones: una sección donde se registran los parámetros fisicoquímicos del agua y otra sección la información obtenida en la identificación de las especies de macroinvertebrados efectuados en cada uno de los monitoreos realizados.

Esta información revela la relación de los cambios de distribución de las especies y abundancia con el clima evaluando parámetros de diversidad en ellos, indicando los máximos, mínimos y promedio obtenidos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos

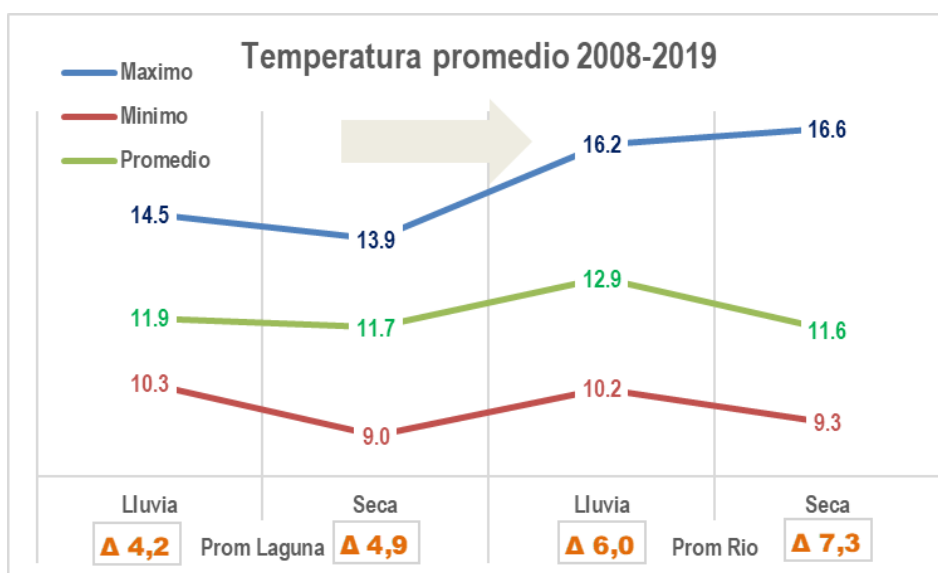
Los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los monitoreos efectuados dentro del periodo 2008 al 2019 se toman en cuenta ordenándolos por Zona 1: Laguna Paucarcocha, Zona 2: Rio Cañete desde la descarga de la laguna hasta la zona de Tragaderos, y por estación climática natural Estación seca y Estación Húmeda para ambas zonas.

#### 4.1.1. Temperatura agua

La temperatura del agua en el área de estudio se presenta mayores en época lluvia que en época seca debido a la nieva y granizo, registrándose un promedio de temperaturas máximas y mínimas para cada zona y época como se muestra en la gráfica, donde se denota un ligero incremento al comportamiento de la zona 2 del rio cañete como sus diferenciales con la zona 1 laguna Paucarcocha.

**Figura 21**

*Temperatura del agua promedio máximo y mínimo por zona y época.*



**4.1.1.1 Temperatura agua en estación seca.** La temperatura del agua se presenta para ambas zonas con un descenso del 2009 al 2013 para ambas zonas incrementándose para el 2014 y descendiendo para el 2015.

En la zona 1 de la laguna se incrementa el año 2016 ascendiendo hasta el 2018 descendiendo ligeramente el año 2019. Teniéndose el rango promedio de temperatura para época seca de 9.3 °C en el año 2013 a 16.6°C para el año 2019.

Mientras que la zona 2 aumenta el año 2016 y 2017 para descender los años 2018 y 2019. Con un rango promedio de temperaturas para época seca de 9.0 °C para el año 2011 a 13.9°C para el año 2009.

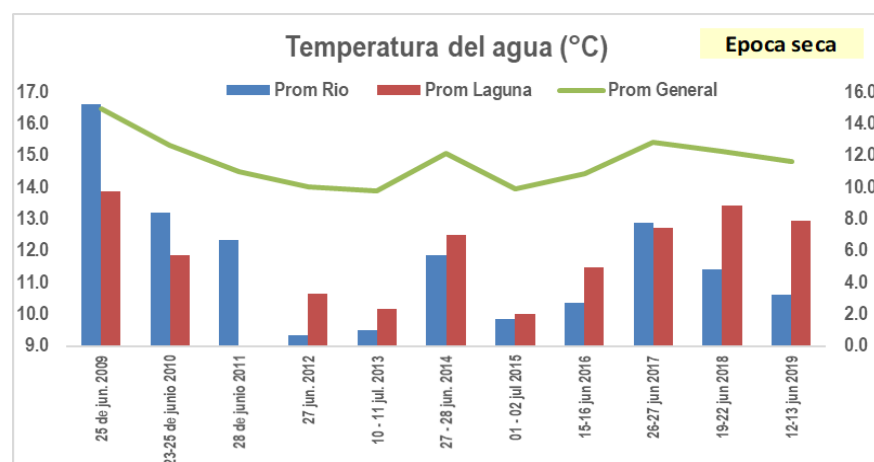
**Tabla 4**

*Temperatura del agua por zona en época seca*

	II° MHP 25 de jun. 2009	IV° MHP 23-25 de junio 2010	V° MHP 28 de junio 2011	VI° MHP 27 jun. 2012	VIIA° MHP 10 - 11 jul. 2013	VIIIA° MHP 27 - 28 jun. 2014	IXA° MHP 01 - 02 jul 2015	XA° MHP 15-16 jun 2016	XIA° MHP 26-27 jun 2017	XIIA° MHP 19-22 jun 2018	XIIIA° MHP 12-13 jun 2019
Zona 2 Prom Rio	16.6	13.2	12.3	9.3	9.5	11.9	9.9	10.4	12.9	11.4	10.6
Zona 1 Prom Laguna	13.9	11.9	9.0	10.7	10.2	12.5	10.0	11.5	12.7	13.4	12.9
Prom General	15.0	12.7	11.0	10.0	9.8	12.1	9.9	10.8	12.8	12.3	11.6

**Figura 22**

*Temperatura del agua promedio por zona en época seca*



*Nota.* La temperatura del agua de la laguna es inferior a la del río, por encontrarse a mayor altitud y además por estar en reposo.

**4.1.1.2 Temperatura agua en estación húmeda.** La temperatura del agua se presenta para ambas zonas con un descenso del 2008 con el año 2013 para ambas zonas incrementándose para el 2014 y descendiendo para el 2015 y 2016.

En la zona 1 de la laguna se incrementa el año 2017 descendiendo el 2018 para incrementarse el 2019. Esta zona presenta un rango promedio de temperatura para época húmeda de 10.3 °C en el año 2018 a 13.1°C para el año 2017.

La zona 2 sigue en descenso el 2017, aumentando ligeramente el 2018 y 2019. Presenta un rango promedio de temperaturas para época húmeda de 10.2 °C para el año 2017 y 16.2°C para el año 2008.

**Tabla 5**

*Temperatura del agua por zona en época húmeda*

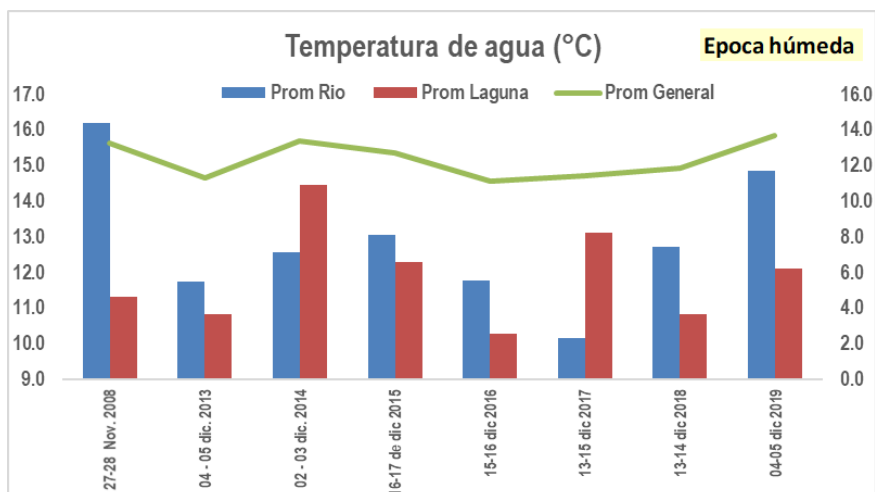
	I° MHP 27-28 Nov. 2008	VIIIB° MHP 04 - 05 dic. 2013	VIIIB° MHP 02 - 03 dic. 2014	IXB° MHP 16-17 de dic 2015	XB° MHP 15-16 dic 2016	XIB° MHP 13-15 dic 2017	XIIB° MHP 13-14 dic 2018	XIIIB° MHP 04-05 dic 2019
Zona 2 Prom Rio	16.2	11.8	12.6	13.1	11.8	10.2	12.7	14.9
Zona 1 Prom Laguna	11.3	10.8	14.5	12.3	10.3	13.1	10.8	12.1
Prom General	13.3	11.4	13.4	12.7	11.2	11.4	11.9	13.7

*Nota.* Los resultados de la temperatura en época húmeda también se comportan con igual tendencia en diferentes fechas y estaciones de control, estando el agua más fría en la laguna que en el río como consecuencia de la altura

En la figura 23 se presenta la tendencia de la temperatura del agua en época húmeda tanto del río como de la laguna.

**Figura 23**

*Temperatura del agua por zona en época húmeda*

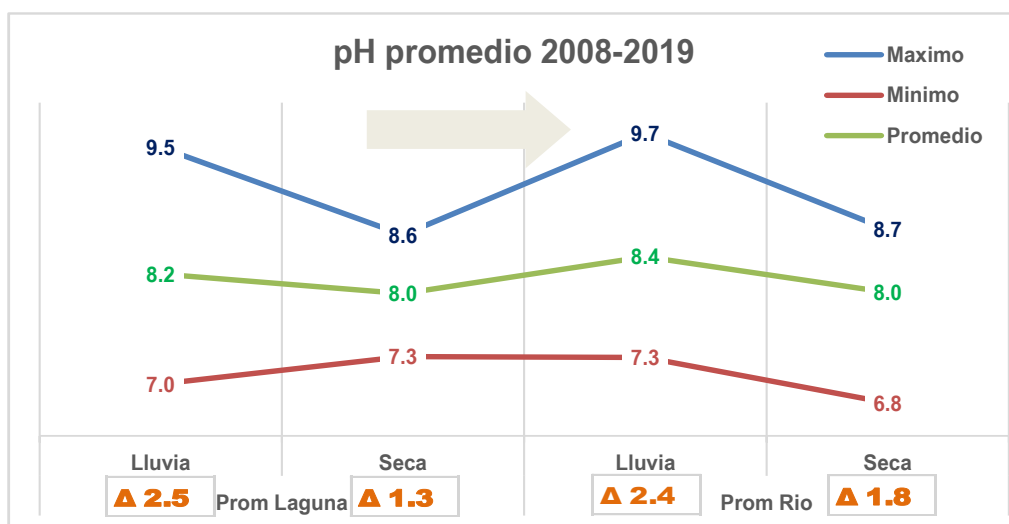


#### 4.1.2. pH

En el área de estudio se observa que el diferencial promedio máximo y mínimo es mayor en época de lluvia que en época seca debido a las lluvias que hacen variar la acidez del agua, teniendo en cuenta que toda el área de estudio es una zona de kárstico con naturaleza calcárea de piedras calizas que influyen en este parámetro.

**Figura 24**

*pH del agua promedio máximo y mínimo por zona y época.*



*Nota.* Se observa que la tendencia del pH s en épocas de lluvi sufre un aumento, mientras que en épocas secas disminuye.

**4.1.2.1 pH agua en estación seca.** La acidez del agua en época seca se presenta en la zona 1 Laguna Paucarcocha un descenso del año 2008 al 2012, incrementándose para el 2013 y manteniéndose para el 2014 para luego incrementarse al 2015 descendiendo ligeramente el 2016 e incrementándose y manteniéndose el 2017 2018 descendiendo nuevamente para el 2019. Sus fluctuaciones del ph fueron de 8.7 para el año 2009 a 7.3 el año 2012.

La zona 2 rio Cañete presenta un comportamiento similar descendiendo del 2009 al 2012 incrementándose para el año 2013 y manteniéndose el 2014 para incrementarse el 2015 descendiendo notoriamente el 2016 e incrementándose para el 2017 y 2018 descendiendo ligeramente para el 2019. Las fluctuaciones promedio fueron de 8.7 para el año 2009 y 6.8 para el año 2016.

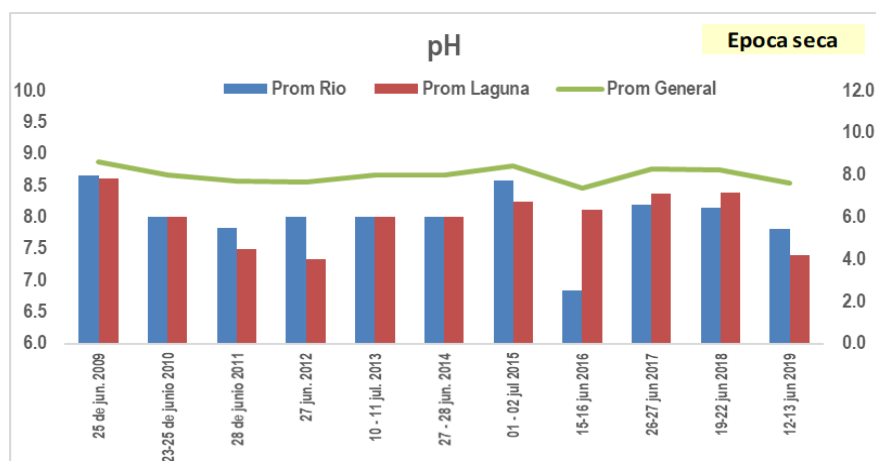
**Tabla 6**

*pH del agua por zona en época seca*

	II° MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIA° MHP	IXA° MHP	XA° MHP	XIA° MHP	XIIA° MHP	XIIIA° MHP
	25 de jun. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	27 - 28 jun. 2014	01 - 02 jul 2015	15-16 jun 2016	26-27 jun 2017	19-22 jun 2018	12-13 jun 2019
Zona 2 Prom Rio	8.7	8.0	7.8	8.0	8.0	8.0	8.6	6.8	8.2	8.2	7.8
Zona 1 Prom Laguna	8.6	8.0	7.5	7.3	8.0	8.0	8.2	8.1	8.4	8.4	7.4
Prom General	8.6	8.0	7.7	7.7	8.0	8.0	8.4	7.4	8.3	8.3	7.6

*Nota.* Los resultados del pH en época seca tienen un comportamiento muy similar en diferentes fechas y estaciones de control, donde el agua mantiene un pH muy cercano en la laguna y en el rio, con valores aproximados de 7.5 a 8.5

En la figura 17 se presenta las tendencias del pH en época seca

**Figura 25***pH del agua por zona en época seca*

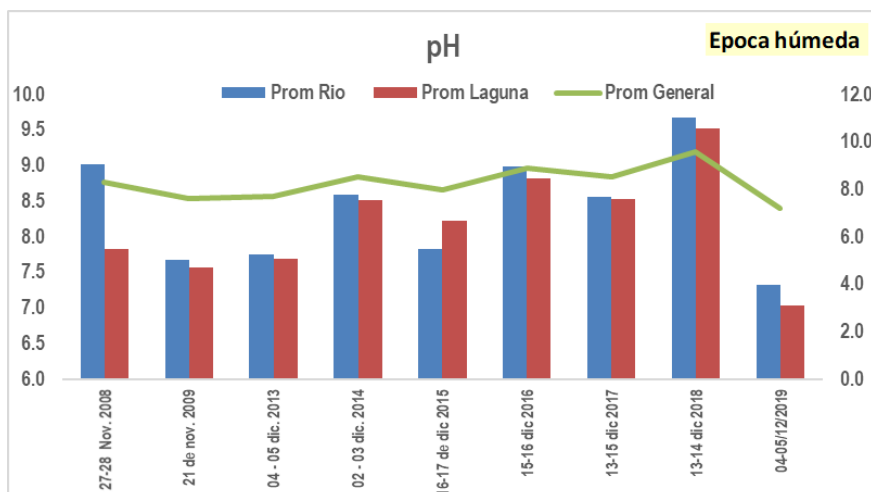
**4.1.2.2. pH agua en estación húmeda.** La acidez del agua en época húmeda presenta un descenso del año 2008 al 2009 más notoriamente la zona 2 manteniéndose el año 2012 teniendo un comportamiento de ascenso y descenso en los siguientes años al 2019 donde desciende bruscamente en ambas zonas. Se presenta una fluctuación para la zona 1 laguna Paucarcocha de 9.5 para el año 2018 y 7.0 para el año 2019. La zona 2 rio Cañete presenta una fluctuación promedio de 9.7 para el año 2018 y 7.3 para el año 2019.

**Tabla 7***pH del agua por zona en época húmeda*

	I° MHP	III° MHP	VIIIB° MHP	VIIIB° MHP	IXB° MHP	XB° MHP	XIB° MHP	XIIB° MHP	XIIIB° MHP
	27-28 Nov. 2008	21 de nov. 2009	04 - 05 dic. 2013	02 - 03 dic. 2014	16-17 de dic 2015	15-16 dic 2016	13-15 dic 2017	13-14 dic 2018	04-05/12/2019
Zona 2 Prom Rio	9.0	7.7	7.8	8.6	7.8	9.0	8.6	9.7	7.3
Zona 1 Prom Laguna	7.8	7.6	7.7	8.5	8.2	8.8	8.5	9.5	7.0
Prom General	8.3	7.6	7.7	8.6	8.0	8.9	8.6	9.6	7.2

**Figura 26**

*pH del agua por zona en época húmeda*

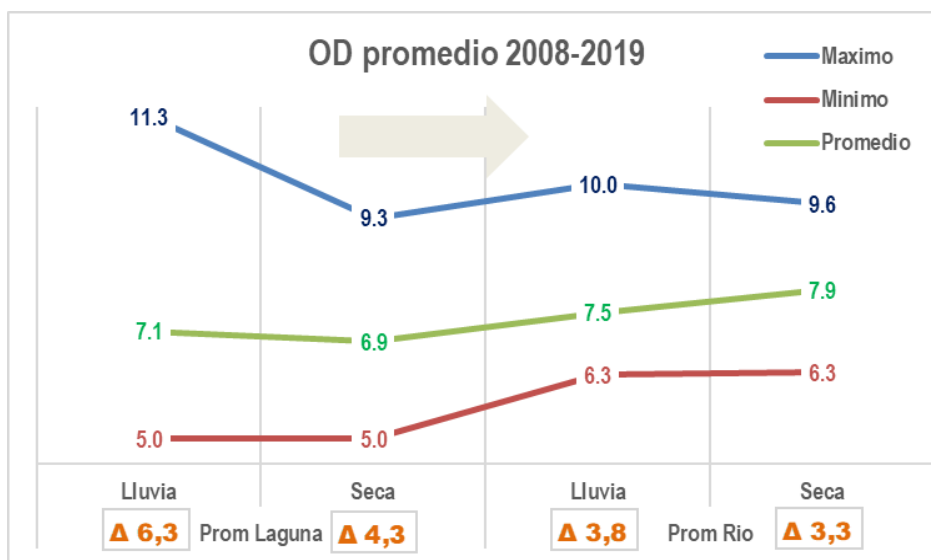


**4.1.3. Oxígeno disuelto del agua**

El oxígeno disuelto promedio es estable en ambas zonas, siendo mayor en la zona del río Cañete; en máximos y mínimos hay mayor diferencial en la zona de la Laguna Paucarcocha.

**Figura 27**

*Oxígeno disuelto en el agua promedio máximo y mínimo por zona y época.*



**4.1.3.1. Oxígeno disuelto del agua en estación seca.** En la zona de la Laguna Paucarcocha en época seca, se presenta un registro máximo de 9,3 mg/L en junio del 2009 y un mínimo de 5,0 mg/L en junio del 2011.

En la zona del rio Cañete, se presenta en un máximo de 9,6 mg/L en junio 2016 y un mínimo de 6,3 mg/L en junio 2013.

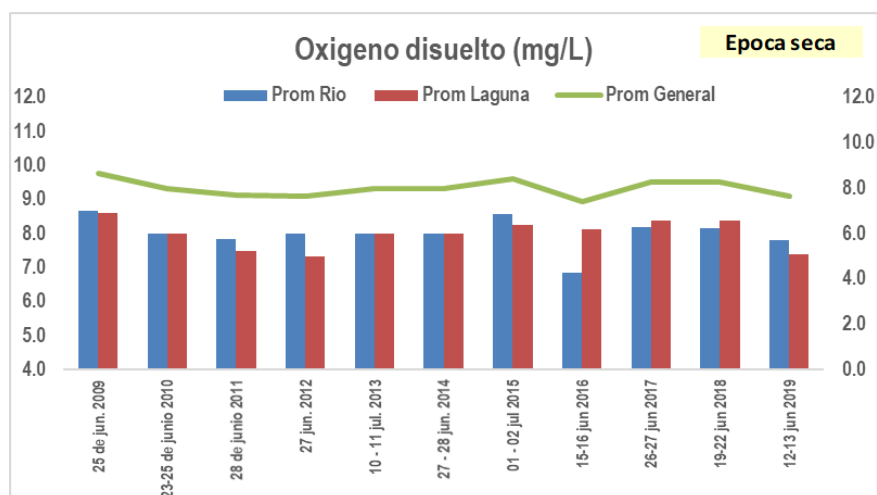
**Tabla 8**

*Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época húmeda*

	II° MHP 25 de jun. 2009	IV° MHP 23-25 de junio 2010	V° MHP 28 de junio 2011	VI° MHP 27 jun. 2012	VIIA° MHP 10 - 11 jul. 2013	VIIIA° MHP 27 - 28 jun. 2014	IXA° MHP 01 - 02 jul 2015	XA° MHP 15-16 jun 2016	XIA° MHP 26-27 jun 2017	XIIA° MHP 19-22 jun 2018	XIIIA° MHP 12-13 jun 2019
Zona 2 Prom Rio	8.5	8.8	8.0	8.0	6.3	6.5	7.4	9.6	9.3	8.0	6.8
Zona 1 Prom Laguna	9.3	7.1	5.0	6.0	5.6	6.0	6.9	7.6	8.1	7.3	7.0
Prom General	9.0	8.1	6.8	7.0	6.0	6.3	7.2	8.7	8.8	7.7	6.9

**Figura 28**

*Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época seca*



**4.1.3.2. Oxígeno disuelto del agua en estación húmeda.** El oxígeno disuelto en época húmeda, para la zona de la Laguna Paucarcocha se presenta con un valor máximo inusual de 11,3 mg/L en diciembre del 2009 y un mínimo de 5,0 mg/L en diciembre 2016.

En la zona del rio Cañete el valor máximo fue de 10,0 mg/L en diciembre del 2008 y un mínimo de 6,4 mg/L en diciembre 2015.

**Tabla 9**

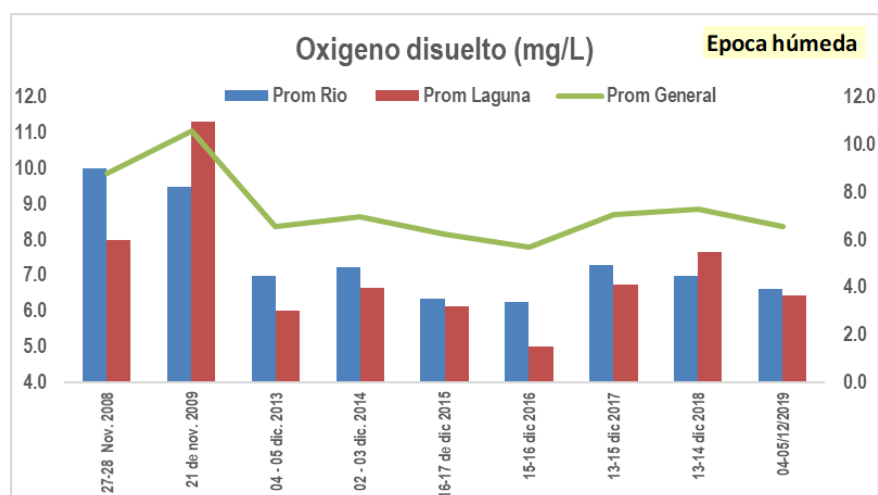
*Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época húmeda*

	I° MHP 27-28 Nov. 2008	III° MHP 21 de nov. 2009	VIIIB° MHP 04 - 05 dic. 2013	VIIIB° MHP 02 - 03 dic. 2014	IXB° MHP 16-17 de dic 2015	XB° MHP 15-16 dic 2016	XIB° MHP 13-15 dic 2017	XIIB° MHP 13-14 dic 2018	XIIIB° MHP 04-05/12/2019
Zona 2 Prom Rio	10.0	9.5	7.0	7.3	6.4	6.3	7.3	7.0	6.6
Zona 1 Prom Laguna	8.0	11.3	6.0	6.7	6.1	5.0	6.7	7.7	6.5
Prom General	8.8	10.6	6.6	7.0	6.3	5.7	7.1	7.3	6.5

*Nota.* Los resultados del oxígeno disuelto en época húmeda tienen un comportamiento muy similar en diferentes fechas y estaciones de control.

**Figura 29**

*Oxígeno disuelto (mg/L) del agua por zona en época húmeda*

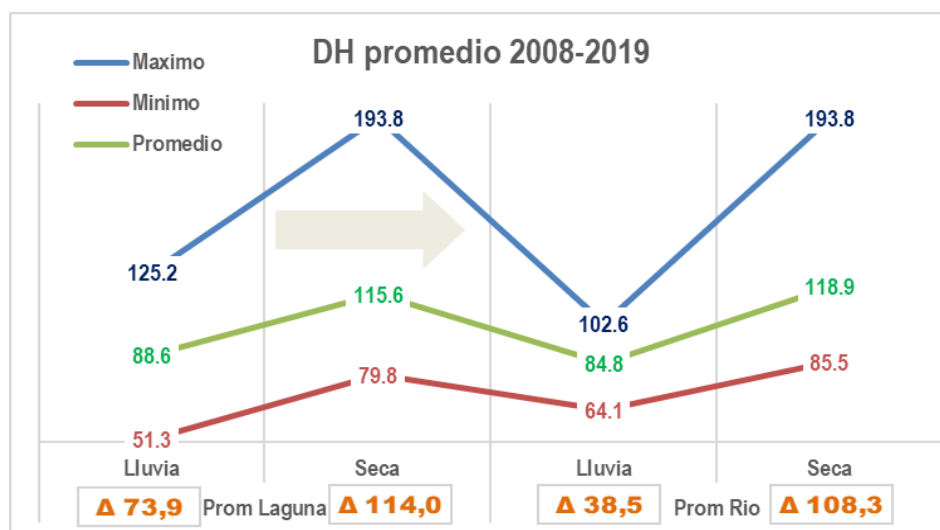


#### 4.1.4. Dureza del agua

La dureza del agua de acuerdo a los datos obtenidos en los monitoreos es diferencialmente más alta en época seca para ambas zonas estudiadas, siendo los valores relativamente iguales para ambas zonas, para las dos épocas del año.

**Figura 30**

*Dureza (mg/L) del agua promedio máximo y mínimo por zona y época.*



**4.1.4.1. Dureza del agua en estación seca.** La dureza en el agua para la zona de la laguna Paucarcocha, se presenta un máximo 179,6 mg/L para junio 2010 y un mínimo de 91,2 mg/L para junio 2017. En la zona del rio Cañete el máximo registro es 193,8 mg/L junio 2012 y el mínimo de 85,5 mg/L en junio 2009.

**Tabla 10**

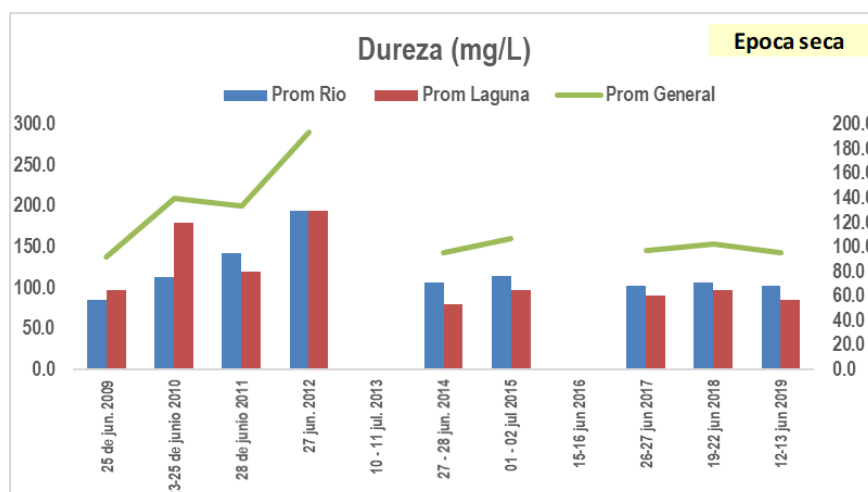
*DH (mg/L) del agua por zona en época seca*

	II° MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIA° MHP	IXA° MHP	XA° MHP	XIA° MHP	XIIA° MHP	XIIIA° MHP
	25 de jun. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	27 - 28 jun. 2014	01 - 02 jul 2015	15-16 jun 2016	26-27 jun 2017	19-22 jun 2018	12-13 jun 2019
Zona 2 Prom Rio	85.5	114.0	142.5	193.8		106.9	115.4		102.6	106.9	102.6
Zona 1 Prom Laguna	96.9	179.6	119.7	193.8		79.8	96.9		91.2	96.9	85.5
Prom General	92.3	140.2	133.4	193.8		95.3	107.5		97.7	102.6	95.3

*Nota.* Los resultados de la dureza en época seca tienen un comportamiento muy diferente en diferentes fechas y estaciones de control.

**Figura 31**

*DH (mg/L) del agua por zona en época seca*



**4.1.4.2. Dureza del agua en estación húmeda.** La dureza en época húmeda en la zona de la laguna Paucarcocha el valor máximo registrado fue de 125,2 mg/L para diciembre 2015 y un mínimo de 68,4 mg/L para diciembre 2013.

En la zona del rio Cañete el máximo registro fue de 102,6 mg/L para noviembre 2009 y diciembre 2014, y el mínimo de 64,1 mg/L en noviembre 2008.

**Tabla 11**

*Dureza del agua por zona en época húmeda*

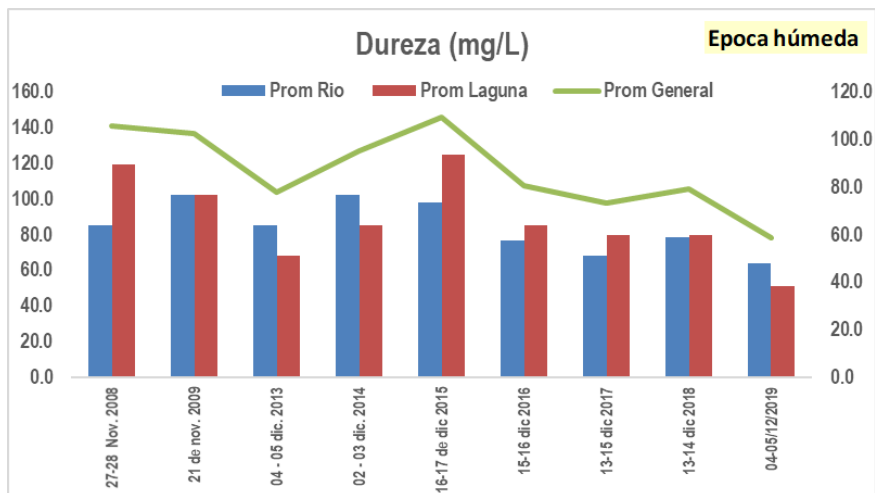
	I° MHP 27-28 nov. 2008	III° MHP 21 de nov. 2009	VIIB° MHP 04 - 05 dic. 2013	VIIIB° MHP 02 - 03 dic. 2014	IXB° MHP 16-17 de dic 2015	XB° MHP 15-16 dic 2016	XIB° MHP 13-15 dic 2017	XIIB° MHP 13-14 dic 2018	XIIIB° MHP 04-05/12/2019
Prom Rio	85.5	102.6	85.5	102.6	98.3	77.0	68.4	78.8	64.1
Prom Laguna	119.7	102.6	68.4	85.5	125.2	85.5	79.8	79.8	51.3
Prom General	106.0	102.6	78.2	95.3	109.8	80.6	73.3	79.2	58.6

*Nota.* Los resultados de la dureza del agua en época húmeda tienen un comportamiento muy diferente en diferentes fechas y estaciones de control.

En la figura 32 se presenta el comportamiento de la dureza del agua

**Figura 32**

*DH (mg/L) del agua por zona en época húmeda*

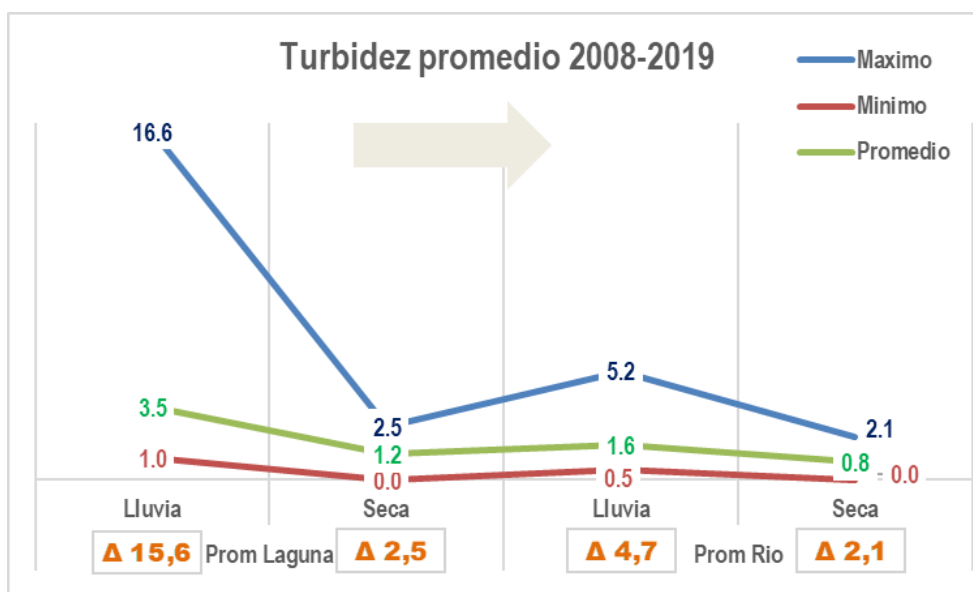


#### 4.1.5. Turbidez del agua

La turbidez se muestra mayor para época de lluvias con valores más altos en la zona de la laguna Paucarcocha con un valor inusual en época de lluvias en diciembre del 2018.

**Figura 33**

*Turbidez (NTU) del agua promedio máximo y mínimo por zona y época.*



*Nota.* El comportamiento de la turbidez es que en épocas de lluvia los valores de turbidez se elevan producto de la remoción de tierra por el agua y en épocas secas la turbidez disminuye.

**4.1.5.1. Turbidez del agua en estación seca.** En época seca para la zona de la laguna Paucarcocha, e muestra con un valor máximo de 2,5 NTU par junio del 2018 y un mínimo de 0,0 NTU en junio 2015. Para la zona del rio Cañete el valor máximo se presentó en junio del 2018 con 2,1 NTU y un valor mínimo de 0,0 NTU también en unió del 2015.

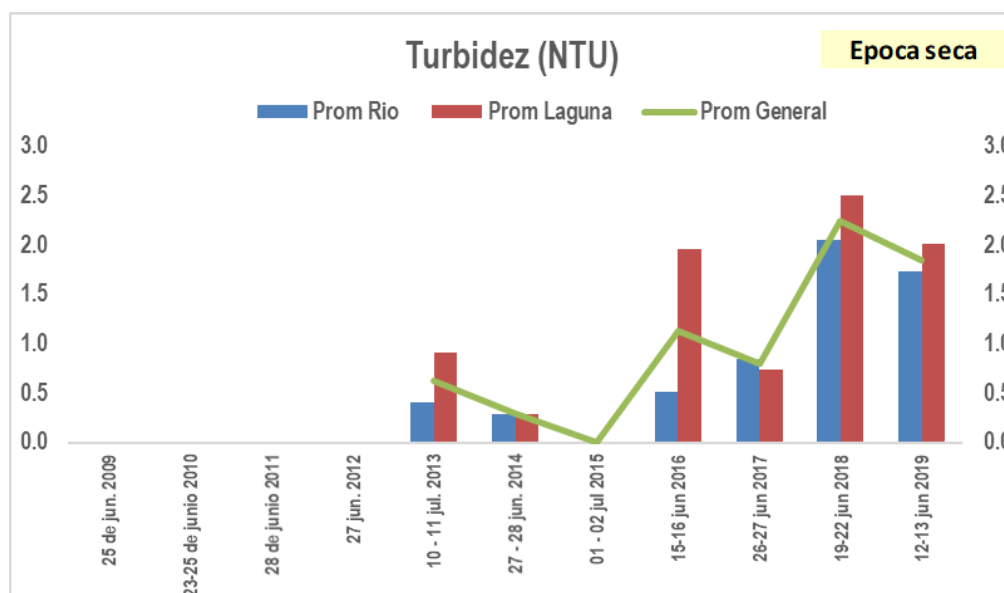
**Tabla 12**

*Turbidez (NTU) del agua por zona en época seca*

	II° MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIA° MHP	IXA° MHP	XA° MHP	XIA° MHP	XIIA° MHP	XIIIA° MHP
	25 de jun. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	27 - 28 jun. 2014	01 - 02 jul 2015	15-16 jun 2016	26-27 jun 2017	19-22 jun 2018	12-13 jun 2019
Zona 2 Prom Rio					0.4	0.3	0.0	0.5	0.9	2.1	1.7
Zona 1 Prom Laguna					0.9	0.3	0.0	2.0	0.7	2.5	2.0
Prom General					0.6	0.3	0.0	1.1	0.8	2.3	1.9

**Figura 34**

*Turbidez (NTU) del agua por zona en época seca*



**4.1.5.2. Turbidez del agua en estación húmeda.** En época de lluvias en la zona de la laguna Paucarcocha se presenta con un valor de 1,8 NTU para diciembre 2019 y 1,0 NTU para diciembre 2016, presentándose un valor inusual de 16,6 NTU en diciembre del 2018.

**Tabla 13**

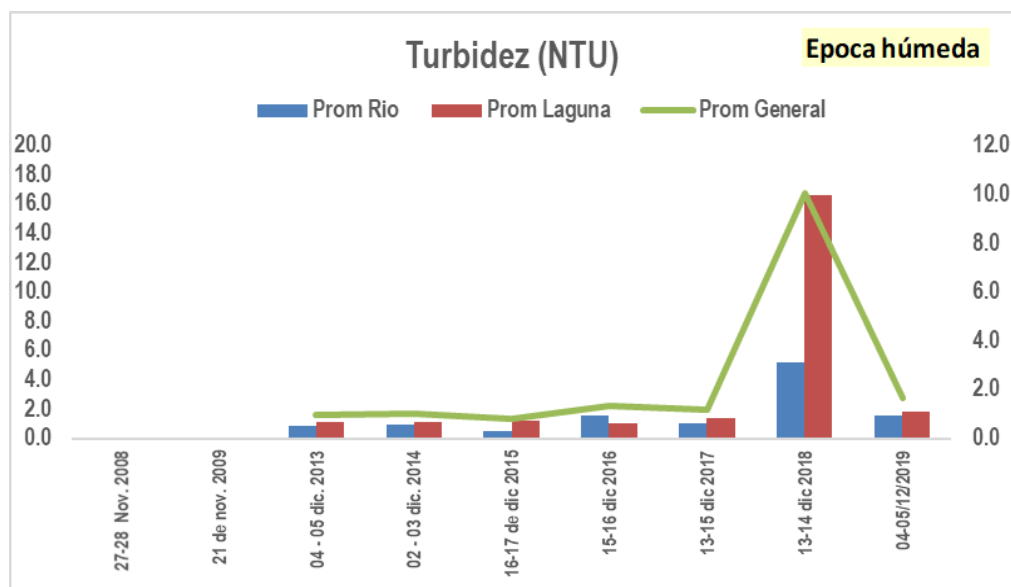
*Turbidez (NTU) del agua por zona en época húmeda*

	I° MHP	III° MHP	VIIIB° MHP	VIIIB° MHP	IXB° MHP	XB° MHP	XIB° MHP	XIIB° MHP	XIIIB° MHP
	27-28 Nov. 2008	21 de nov. 2009	04 - 05 dic. 2013	02 - 03 dic. 2014	16-17 de dic 2015	15-16 dic 2016	13-15 dic 2017	13-14 dic 2018	04-05/12/2019
Zona 2 Prom Rio			0.8	0.9	0.5	1.5	1.0	5.2	1.5
Zona 1 Prom Laguna			1.1	1.1	1.2	1.0	1.4	1.6	1.8
Prom General			1.0	1.0	0.8	1.3	1.2	10.1	1.7

*Nota.* Los resultados de la turbidez en época húmeda tienen un comportamiento diferente en fechas y estaciones de control.

**Figura 35**

*Turbidez (NTU) del agua por zona en época húmeda*



## 4.2. Composición de la comunidad bentónica de macroinvertebrados

### 4.2.1. Composición de la comunidad bentónica de macroinvertebrados

En los monitoreos realizados en el periodo 2008 al 2019 tanto para época seca como húmeda y en la zona de la laguna y embalse Paucarcocha y a la salida de ella se identificó 85 especies como se indica en la siguiente tabla y figuras siguientes.

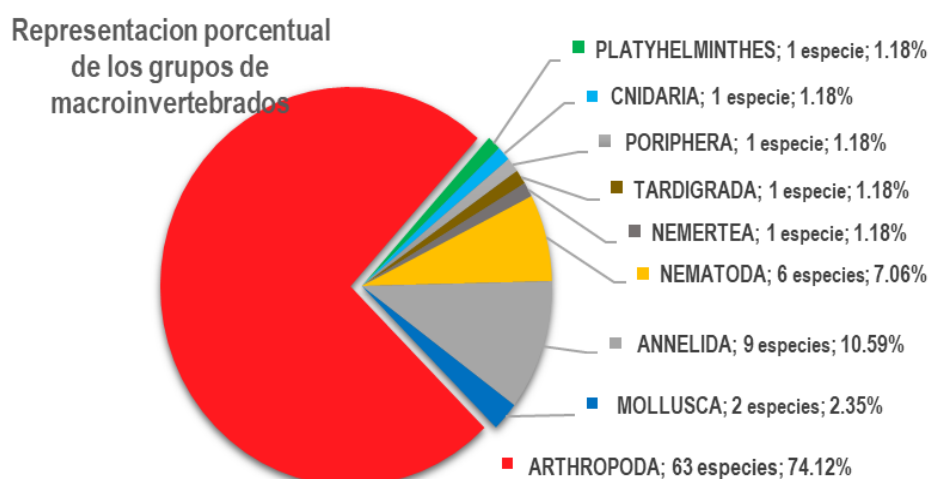
**Tabla 14**

*Diversidad de macroinvertebrados en el área de estudio*

Especie	clase	orden	familia	especies
Platyhelminthes	1	1	1	1
Cnidaria	1	1	1	1
Poriphera	1	1	1	1
Tardigrada	1	1	1	1
Nemertea	1	1	1	1
Nematoda	1	2	4	6
Annelida	1	4	6	9
Mollusca	2	2	2	2
Arthropoda	6	14	34	63
Total	15	27	51	85

**Figura 36**

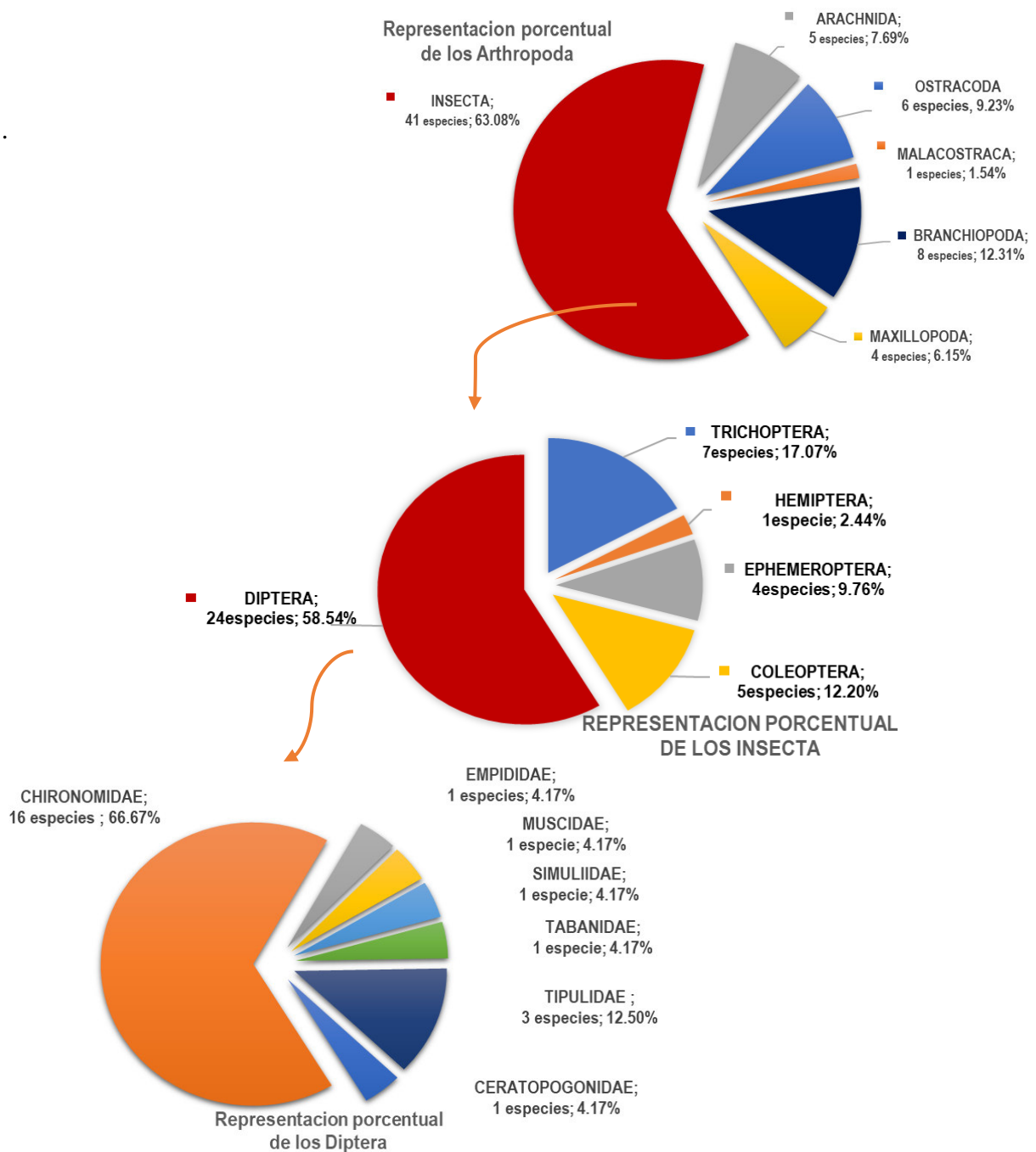
*Representación porcentual de los Phylum identificado en el ámbito estudiado*



Estos resultados nos muestran que la mayor proporción de especies de macroinvertebrados bentónicos que habitan en el lugar son los Arthropoda con 63 especies y los Anélida con 9 especies. Ambos grupos asimismo son de importancia por la abundancia que muestran y que sus valores son determinantes su presencia para estudios de calidad de agua.

**Figura 37**

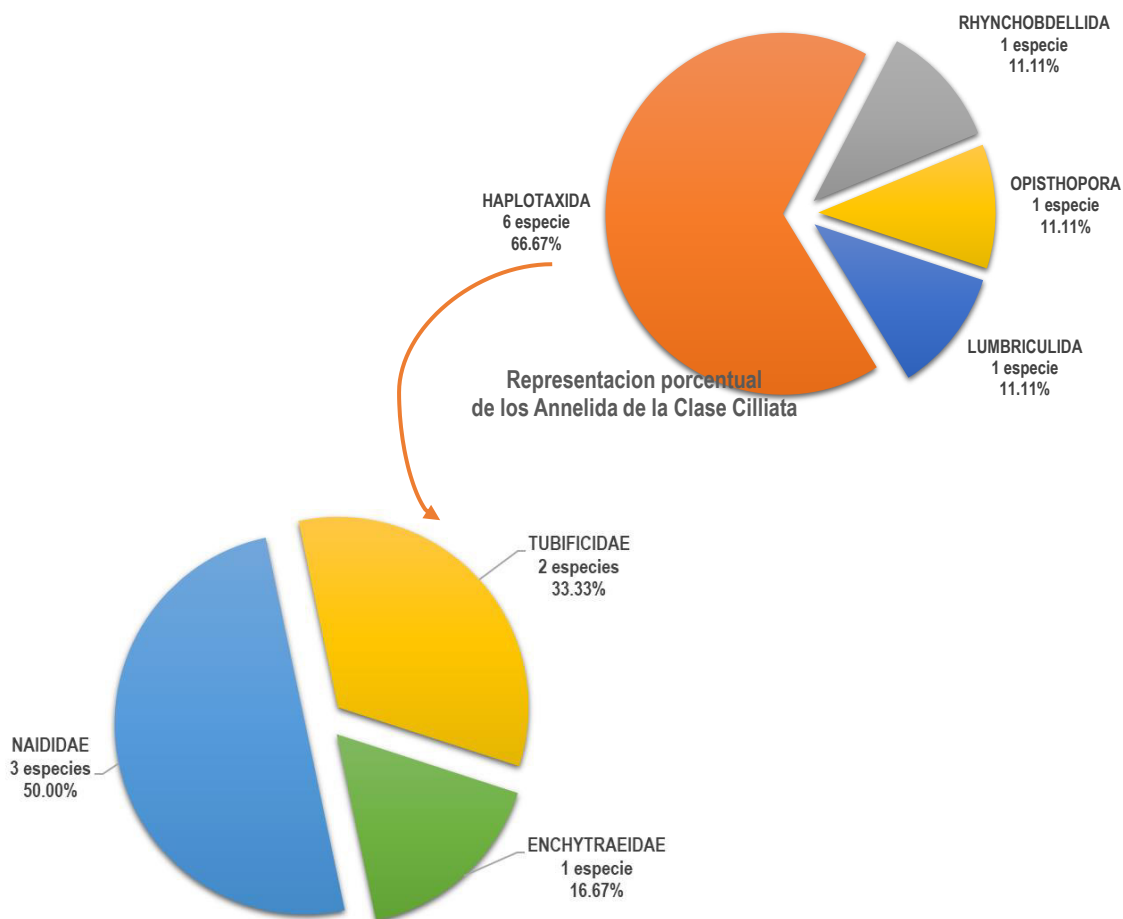
*Phyllum Arthropoda*



El Phylum Arthropoda se muestra los mayores representantes en cuanto a su diversidad con 65 especies de los cuales la Clase Insecta son los más diversos con 41 especies siendo la Familia Chironomidae los más representativos con 16 especies.

### Figura 38

#### *Phylum Annelida*



El Phylum Annelida presenta como única Clase Ciliata, de los cuales el orden Haplotaxida presenta la mayor número de especies siendo la Familia más representativa la Nauidae con 3 especies

#### **4.2.2. Comunidad bentónica de macroinvertebrados en estación seca**

La comunidad de macroinvertebrados en la época seca para la Zona 1 laguna Paucarcocha, tiene una densidad de 388 org/m<sup>2</sup> a para el año 2009 a 19876 org/m<sup>2</sup> en el año 2016, con una variación de diversidad de 9 especies en el año 2011 a 18 especies en el 2013.

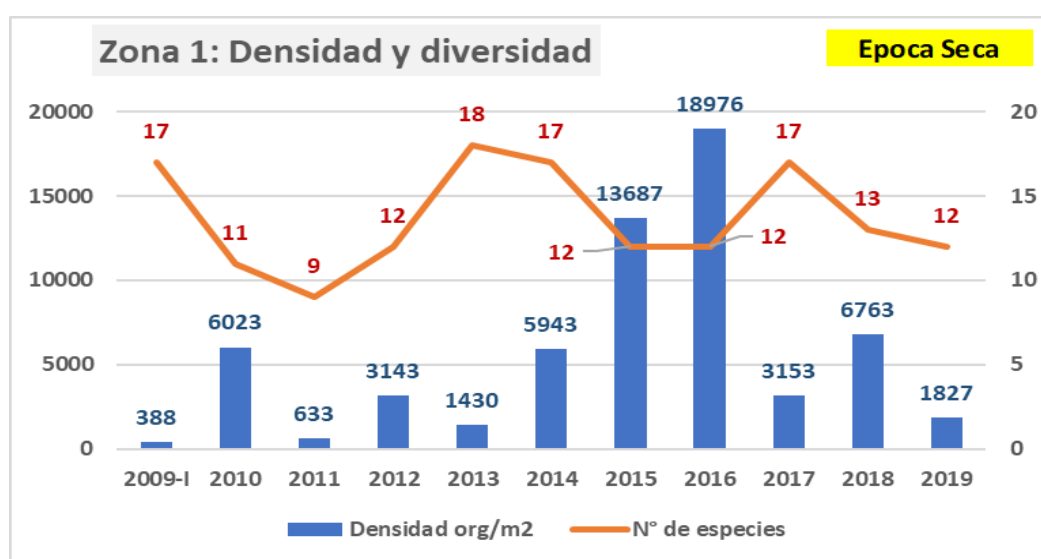
**Tabla 15**

*Densidad y diversidad en época seca para la Zona 1: laguna/embalse Paucarcocha.*

Zona 1: Época Seca	II° MHP 25 jun 2009-I	IV° MHP 23-25 jun 2010	V° MHP 28 jun 2011	VI° MHP 27 jun 2012	VII- A°MHP 10-11 jul 2013	VIII- A°MHP 27-28 jun 2014	IX- A°MHP 01-02 jul 2015	X- A°MHP 15-16 ju 2016	XI- A°MHP 26-27 jun 2017	XII- A°MHP 19-22 jun 2018	XIII- A°MHP 12-13 jun 2019
Densid org/m <sup>2</sup>	388	6023	633	3143	1430	5943	13687	18976	3153	6763	1827
N° de especies	17	11	9	12	18	17	12	12	17	13	12

**Figura 39**

*Densidad y diversidad en época seca para la Zona 1*



En la Zona 2 del río Cañete en época seca se registró una densidad de 306 org/m<sup>2</sup> en el 2009 a 17986 org/m<sup>2</sup> en el año 2016 y diversidad de 9 especies el 2009 aumento significativamente a 28 especies para el año 2017.

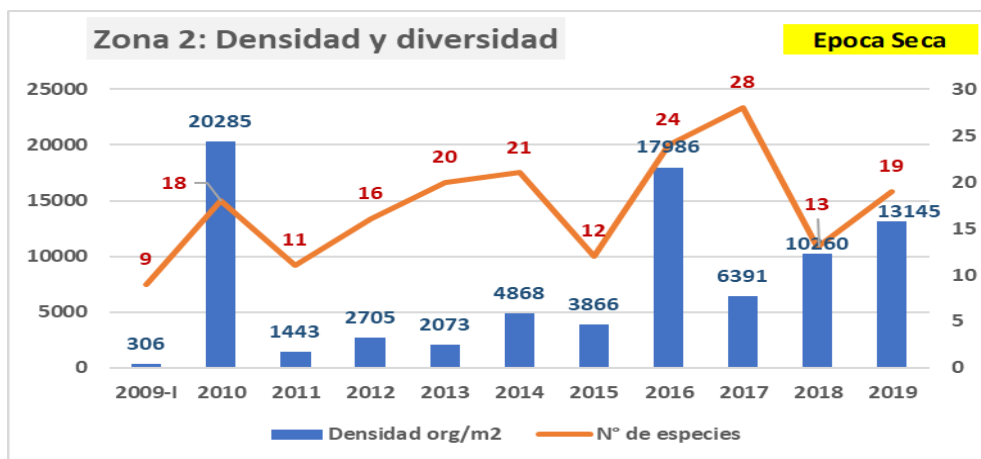
**Tabla 16**

*Densidad y diversidad en época seca para la Zona 2: Río Cañete*

Zona 2: Época Seca	II° MHP 25 Jun 2009-I	IV° MHP 23-25 jun 2010	V° MHP 28 jun 2011	VI° MHP 27 jun 2012	VII- A°MHP 10-11 jul. 2013	VIII- A°MHP 27-28 jun. 2014	IX- A°MHP 01-02 jul 2015	X- A°MHP 15-16 jun 2016	XI- A°MHP 26-27 jun 2017	XII- A°MHP 19-22 jun 2018	XIII- A°MHP 12-13 jun 2019
Densid org/m <sup>2</sup>	306	20285	1443	2705	2073	4868	3866	17986	6391	10260	13145
N° de especies	9	18	11	16	20	21	12	24	28	13	19

**Figura 40**

*Densidad y diversidad en época seca para la Zona 2.*



#### 4.2.3. Comunidad bentónica de macroinvertebrados en estación húmeda

La comunidad bentónica en el 2016 fue de 10 especies y en el año 2018 24 especies

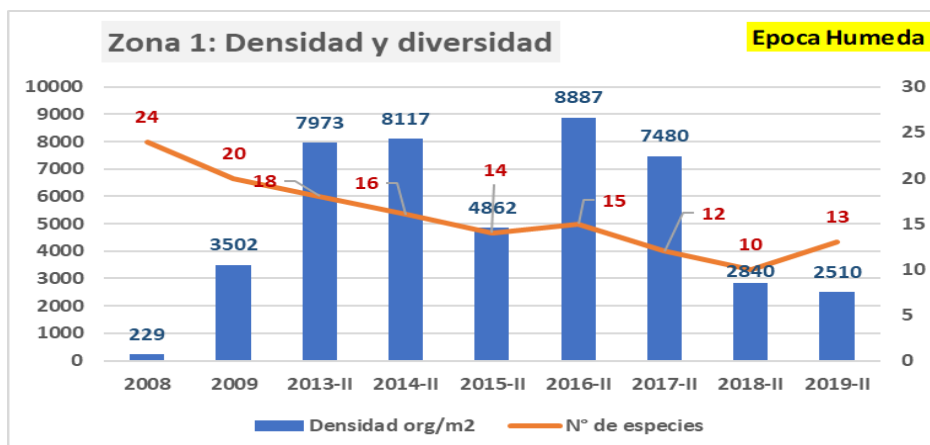
**Tabla 17**

*Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 1: laguna/embalse Paucarcocha*

Zona 1:	I°	III°	VIIB°	VIIIB°	IXB°	XB°	XIB°	XIIB°	XIIIB°
Época Húmeda	MHP	MHP	MHP	MHP	MHP	MHP	MHP	MHP	MHP
	27-28 nov	21 de nov	04-05 dic	02-03 dic	16-17 dic	15-16 dic	13-15 dic	13-14 dic	04-05 dic
	2008	2009	2013-II	2014-II	2015-II	2016-II	2017-II	2018-II	2019-II
Densidad org/m <sup>2</sup>	229	3502	7973	8117	4862	8887	7480	2840	2510
N° de especies	24	20	18	16	14	15	12	10	13

**Figura 41**

*Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 1.*



En la zona 2: río Cañete, se registró una densidad de 1909 org/m<sup>2</sup> para el año 2008 a 8608 org/m<sup>2</sup> para el año 2017 y una diversidad de 8 especies en el 2009 a 20 en el año 2013.

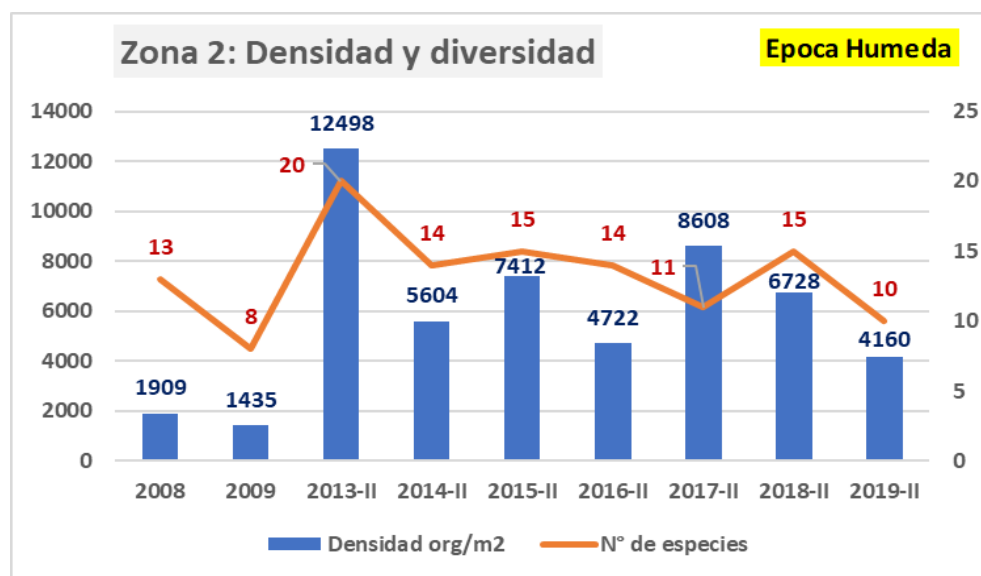
**Tabla 18**

*Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 2: Río Cañete*

Zona 2: Época Húmeda	I° MHP 27-28 Nov 2008	III° MHP 21 nov 2009	VIIB° MHP 04-05 dic. 2013-II	VIIIB° MHP 02-03 dic 2014-II	IXB° MHP 16-17 dic 2015-II	XB° MHP 15-16 dic 2016-II	XIB° MHP 13-15 dic 2017-II	XIIB° MHP 13-14 dic 2018-II	XIIIB° MHP 04-05 dic 2019-II
Densidad org/m <sup>2</sup>	1909	1435	12498	5604	7412	4722	8608	6728	4160
N° de especies	13	8	20	14	15	14	11	15	10

**Figura 42**

*Densidad y diversidad en época húmeda para la Zona 2.*



#### 4.3. Análisis de la variabilidad en la comunidad bentónica de macroinvertebrados

En el universo conformado en el área de estudio se logró identificar 85 especies perteneciente a 9 Phyla de macroinvertebrados bentónicos, para ambas zonas, de las cuales 50 están presentes en ambas zonas y 19 son constantes sin variar en las épocas secas y húmedas de la Zona 2 que corresponde al río Cañete.

**Tabla 19**

*Especies presentes en ambas zonas y en las dos Épocas estacionales del año (seca/húmeda).*

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	Dugesia sp
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Dorylaimidae	Actinolaimus sp
				Dorylaimus sp
		Enoplida	Tripylidae	Tobrilus sp.
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Eclipidrilus sp
			Enchytraeidae	Enchytraeus sp
		Haplotaxida	Naididae	Nais sp
			Tubificidae	Tubifex sp
		Opisthopora	Lumbricidae	Eiseniella tetraedra
Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	Herpetocypris sp
				Potamocypris sp
	Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	Hyaella sp
		Trichoptera	Hydroptilidae	Ochrotrichia sp
				Cricotopus sp
			Chironomidae	Orthocladus sp
	Insecta	Diptera		Polypedilum sp
				Tanytarsus
			Muscidae	Limnophora sp
	Arachnida	Sarcoptiformes	Hydrozetidae	Hydrozetes sp

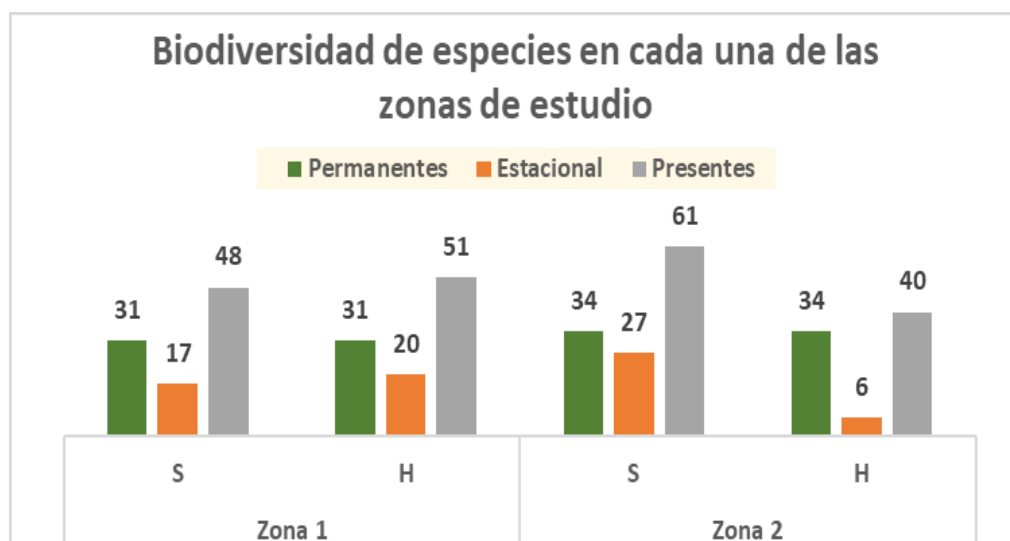
Cada zona presenta una cierta diferencia de especies, teniéndose una particularidad de ellas presentes en cada una de las zonas.

En la Zona 1 Laguna Paucarcocha se registró 48 especies en época seca y 51 especies en época húmeda de las cuales 31 estuvieron en ambas épocas del año y 17 de ellas solo en época seca y 20 en época húmeda.

En la Zona 2 Rio Cañete se registró 61 especies en época seca y 40 especies en época húmeda compartiendo 34 especies en común con una diferencia de 27 especies registradas solo en época seca y 6 especies en época húmeda.

**Figura 43**

*Biodiversidad de especies registradas en cada una de las zonas de estudio*



Si las disgregamos por zona y por época seca / húmeda se registra para la Zona 1 en época seca 48 especies, en época húmeda 51 especies y para a Zona 2, 61 especies en época seca y 40 especies en época húmeda del universo encontrado en el área de estudio que suma un total de 85 especies.

**Tabla 20**

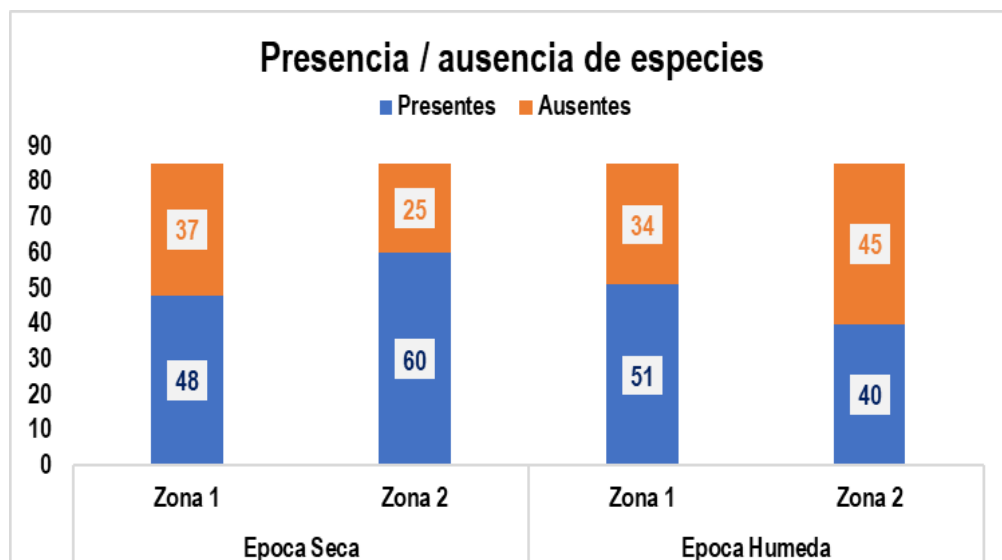
*Diversidad por zona y época de presencia y ausencia de especies.*

	Época Seca		Época Húmeda	
	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
Presentes	48	61	51	40
Ausentes	37	24	34	45
Total	85	85	85	85

La diversidad es muy abundante en toda la cuenca, en época seca las diferencias entre los presentes y ausentes es bastante notoria alcanzando porcentajes del 20% tanto en la zona 1 como en la zona 2, igual comportamiento sucede en la época húmeda las diferencias bordean el 20% en ambas zonas.

**Figura 44**

*Diversidad por zona y época de presencia y ausencia de especies.*



Así en la Zona 1 Laguna Paucarcocha se presentan 18 especies que solo están en ella y en la Zona 2 río Cañete 17 especies que solo en el curso del río.

**Figura 45**

*Especies presentes en ambas zonas: permanentes estacionales y únicas en cada zona.*



Las especies permanentes en ambas zonas son iguales, mientras que las especies que son únicas en cada zona varían ligeramente en cantidad.

Figura 46

Especies únicas en ambas zonas y en las dos épocas del año seca y húmeda.

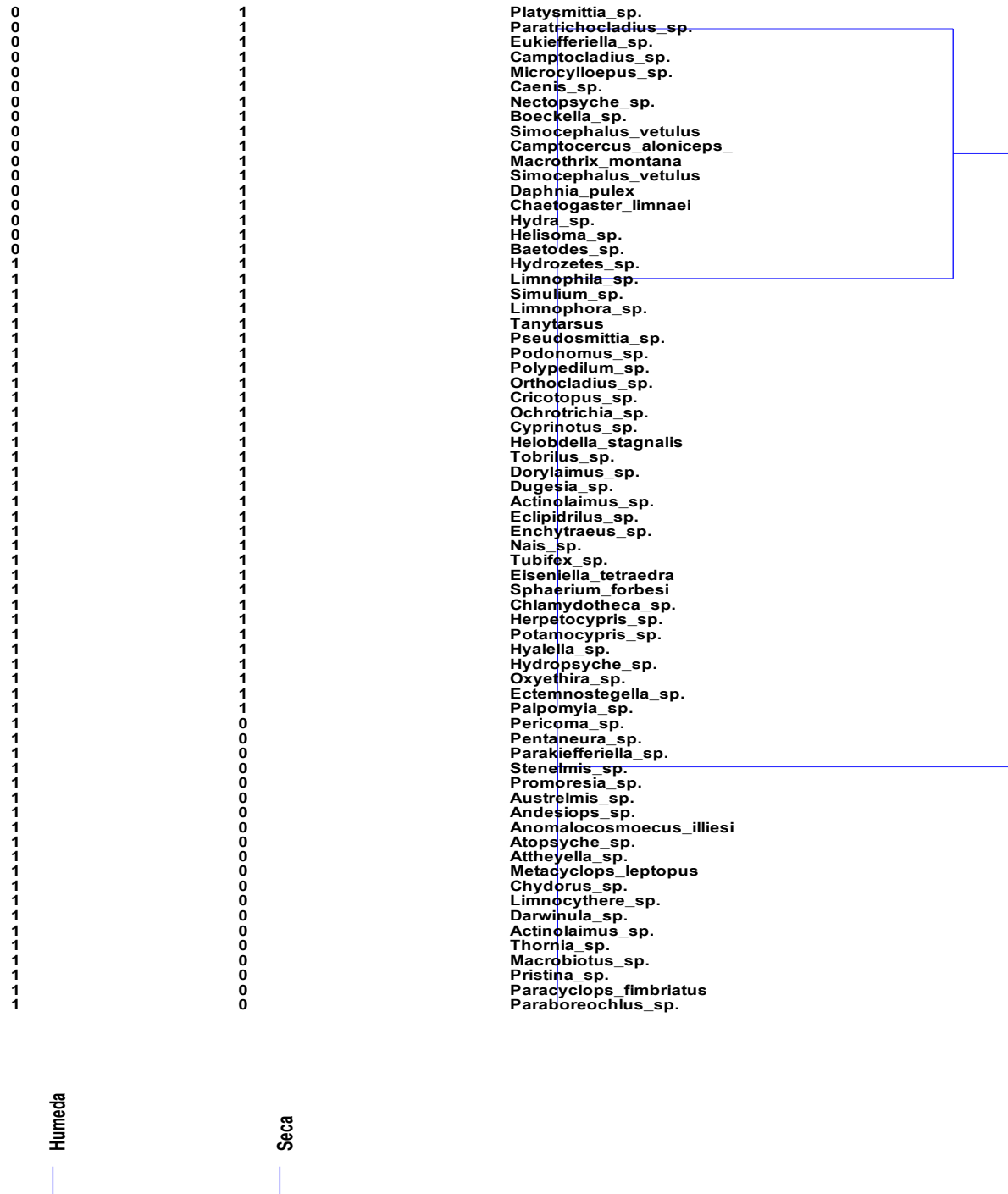
Phylum	Clase	Orden	Familia	Zona 1: Seca	Zona 1		Zona 2		
					S	H	S	H	
PORIPHERA	DEMOSPONGIAE	SPONGILLIDA	SPONGILLIDAE	<i>Spongilla sp.</i>					
TARDIGRADA	EUTARDIGRADA	MACROBIOTIDA	MACROBIOTIDAE	<i>Macrobotus sp.</i>					
NEMERTEA	HOPLONERTEA	MONOSTILIFERA	PROSTOMATIDAE	<i>Prostoma sp.</i>					
NEMATODA	ADENOPHOREA	ENOPLIDA	IRONIDAE	<i>Ironus sp.</i>					
ANNELIDA	CLITELLATA	HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus sp.</i>					
MOLLUSCA	GASTROPODA	BASOMMATOPHORA	PLANORBIDAE	<i>Helisoma sp.</i>					
ARTHROPODA	OSTRACODA	PODOCOPIDA	CYPRIDIDAE	<i>Chlamydotheca sp.</i>					
			DARWINULIDAE	<i>Darwinula sp.</i>					
			LIMNOCYTHERIDAE	<i>Limnocythere sp.</i>					
	BRANCHIOPODA	DIPLOSTRACA	MACROTHRICIDAE	<i>Macrothrix montana</i>					
			CHYDORIDAE	<i>Camptocercus aloniceps</i>					
			DAPHNIDAE	<i>Simsocephalus vetulus</i>					
	MAXILLOPODA	CYCLOPOIDA	CYCLOPIDAE	<i>Paracyclops fimbriatus</i>					
	TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	<i>Oxyethira sp.</i>						
			RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila sp.</i>					
		HEMIPTERA	CORIXIDAE	<i>Ectemnostegella sp.</i>					
			CAENIDAE	<i>Caenis sp.</i>					
		EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Thraulodes sp.</i>					
			ELMIDAE	<i>Heterelmis sp.</i>					
		DIPTERA	CHIRONOMIDAE	<i>Corynoneura sp.</i>					
				<i>Lopescladius sp.</i>					
				<i>Parakiefferiella sp.</i>					
				<i>Paratrichocladius sp.</i>					
				<i>Paraboreochlus sp.</i>					
				<i>Platysmittia sp.</i>					
	<i>Pseudosmittia sp.</i>								
	<i>Paraboreochlus sp.</i>								
	EMPIDIDAE			<i>Trichoclinocera sp.</i>					
	TABANIDAE			<i>Tabanus sp.</i>					
	TIPULIDAE	<i>Hexatoma sp.</i>							
		<i>Pericoma sp.</i>							
		ARACHNIDA	SARCOPTIFORMES	HYGROBATIDAE	<i>Hygrobates sp.</i>				
			SARCOPTIFORMES	LIMNESIIDAE	<i>Limnesia sp.</i>				
	TROMBIDIFORMES	SPERCHONTIDAE	<i>Sperchon sp.</i>						

4.3.1 Macroinvertebrados en la Zona 1 Laguna /embalse Paucarcocha

En la Zona 1 hay 68 especies de las cuales 31 se encuentran en ambas épocas del año, presentándose 17 solo en época seca y 20 especies solo se hacen presentes en época húmeda.

Figura 47

Dendrograma en la zona 1 de las especies registradas en época seca / húmeda y permanentes

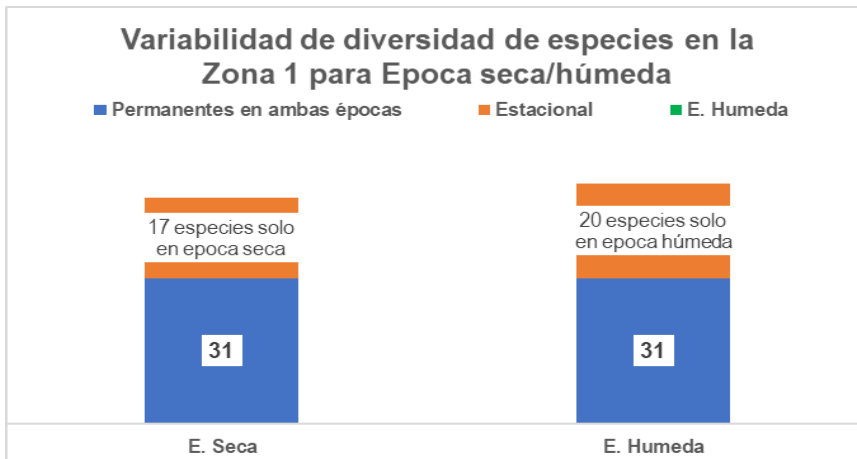


**Tabla 21***Especies permanentes sin variación por época (seca/húmeda) en la Zona 1 Laguna**Paucarcocha*

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa			
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	Dugesia sp			
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Dorylaimidae	Actinolaimus sp Dorylaimus sp			
		Enoplida	Tripylidae	Tobrilus sp.			
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Eclipidrilus sp			
		Haplotaxida	Enchytraeidae	Enchytraeus sp			
			Naididae	Nais sp			
			Tubificidae	Tubifex sp			
Mollusca	Bivalvia	Rhynchibdellida	Glossiphonidae	Helobdella stagnalis			
		Opisthopora	Lumbricidae	Eiseniella tetraedra			
Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	Herpetocypris sp Potamocypris sp Cyprinotus sp Chlamydotheca sp			
				Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella sp
						Trichoptera	Hydropsychidae
							Hydroptilidae
			Hemiptera	Corixidae	Ectemnostegella sp		
				Ceratopogonidae	Palpomyia sp		
		Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp Orthocladius sp Polypedilum sp Podonomus sp Pseudosmittia sp Tanytarsus		
						Muscidae	Limnophora sp
				Simuliidae	Simulium sp		
				Tipulidae	Limnophila sp		
	Arachnida	Sarcoptiformes	Hydrozetidae	Hydrozetes sp			

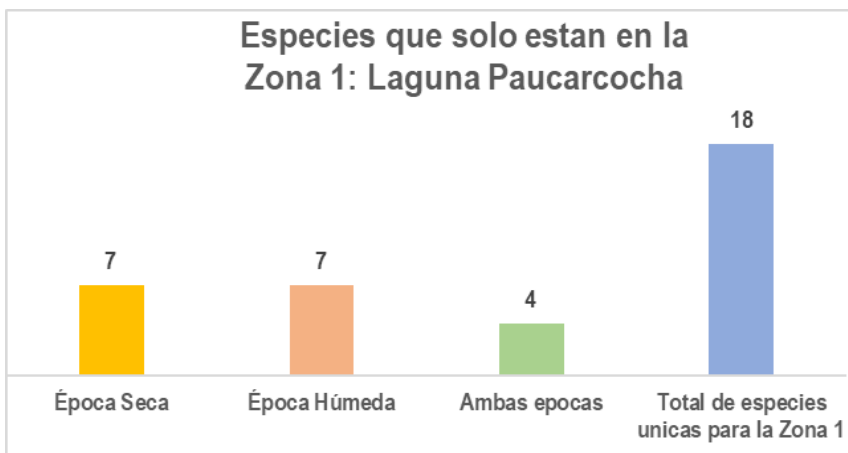
**Figura 48**

*Variabilidad de especies en la Zona 1 Laguna Paucarcocha*



**Figura 49**

*Aparición de especies Únicas en la Zona 1: Laguna Paucarcocha*



**Figura 50**

*Biodiversidad disgregada por época en especies únicas y comunes registradas en la Zona 1.*

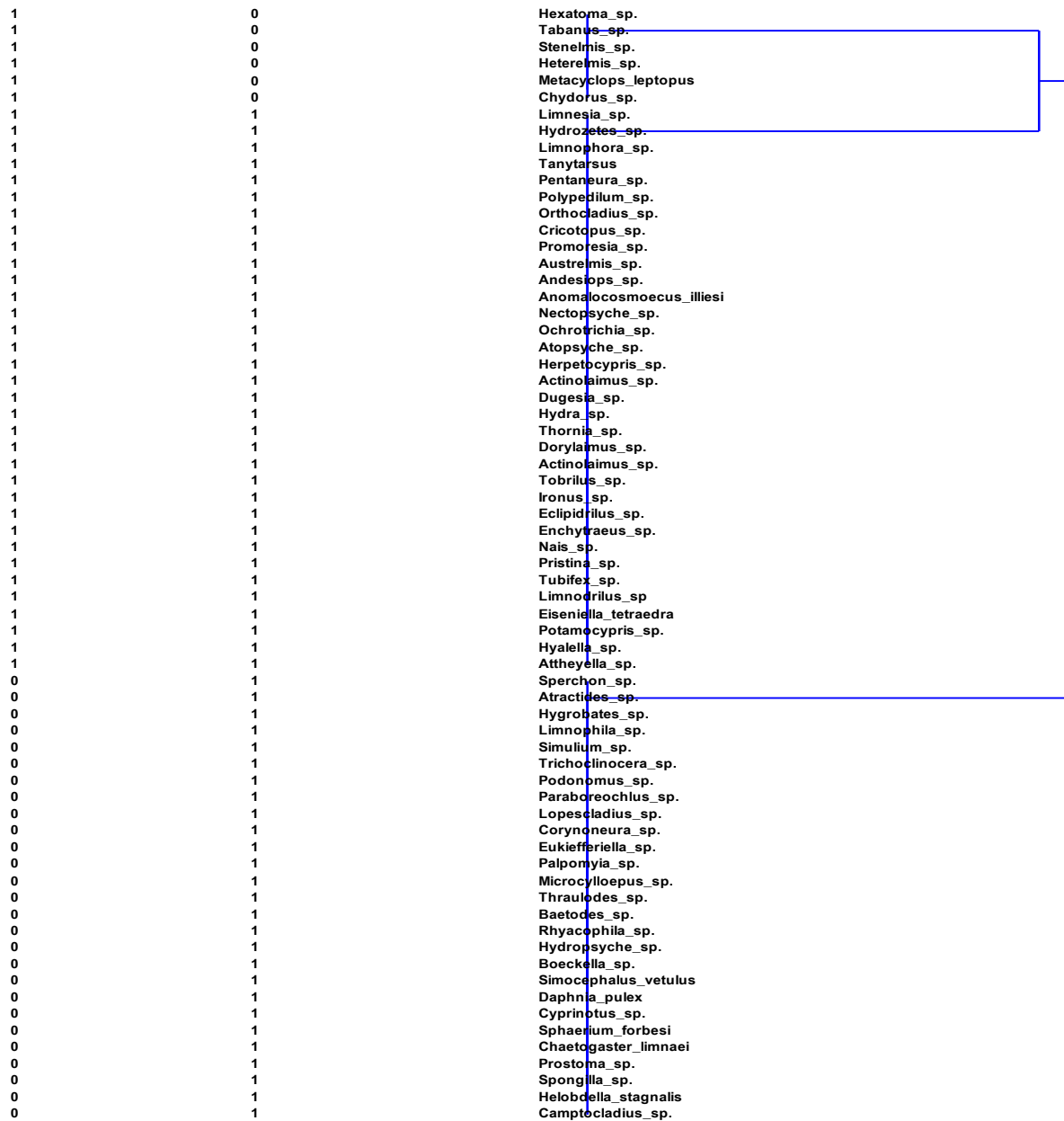


4.3.1. Macroinvertebrados en la Zona 2 río Cañete

En la Zona 2 del Río Cañete húmeda hay 67 especies de macroinvertebrados, de los cuales 34 están ambas épocas del año, 27 solo en época seca y 6 especies solo en época húmeda.

Figura 51

Dendrograma en la Zona 2 de las especies registradas en época seca / húmeda y permanentes

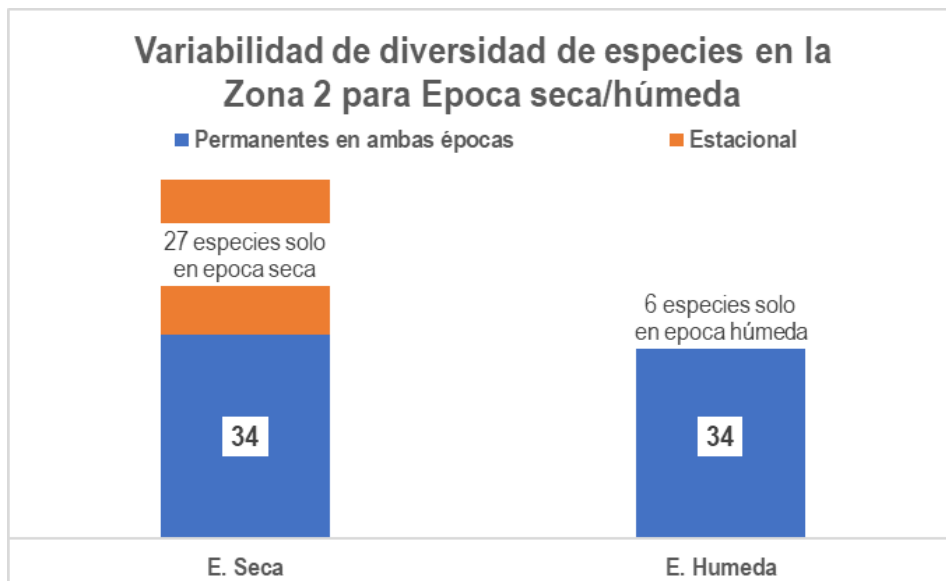


**Tabla 22***Especies Permanentes sin variación por época (seca/húmeda) en la Zona 2 Rio Cañete.*

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	Dugesia sp
Cnidaria	Hycrozoa	Anthoathecatae	Hydridae	Hydar sp
Nematoda	Adenophorea	Dorylaimida	Dorylaimidae	Thomia sp
				Dorylaimus sp
		Enoplida	Actinolaimidae	Actinolaimus sp
			Tripylidae	Tobrilus sp
	Oronidae	Ironus sp.		
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Eclipidrilus sp
		Haplotaxida	Enchytraeidae	Enchytraeus sp
			Naididae	Nais sp
			Tubificidae	Pristina sp Tubifex sp Limnodrilus sp
		Opisthopora	Lumbricidae	Eiseniella tetraedra
		Arthropoda	Ostracoda	Podocopida
Malacostraca	Amphipoda			Hyaellidae
Maxillopoda	Harpacticoida		Camptocanthidae	Attheyella sp
			Hydrobiosidae	Atopsyche sp
	Trichoptera		Hydroptilidae	Ochrotrichia sp
			Leptoceridae	Nectopsyche sp
			Limnephilidae	Anomalocosmoecus illiesi
Insecta	Ephemeroptera		Baetidae	Andesiops sp
			Coleoptera	Elmiidae
	Diptera			Chironomidae
			Muscidae	
Arachnida	Sarcoptiformes	Hydrozetidae	Hydrozetes sp	
	Trombidiformes	Hydrozetidae	Hydrozetes sp	

**Figura 52**

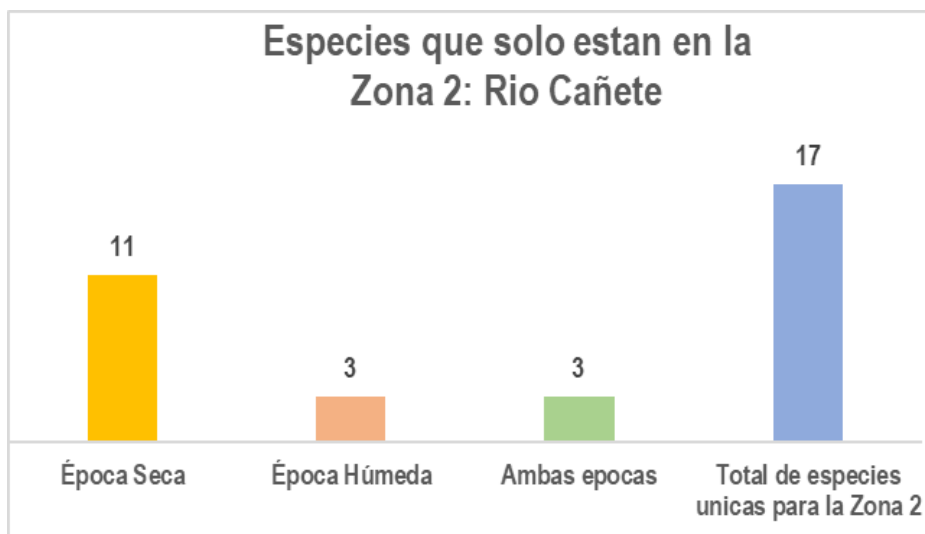
*Variabilidad de especies en la Zona 2 Rio Cañete*



En la Zona 2 rio Cañete, 17 especie se encuentran únicamente, siendo de acuerdo a los registros 11 especies solamente en época seca, 3 especies solo en época húmeda y 3 especies más en ambas épocas.

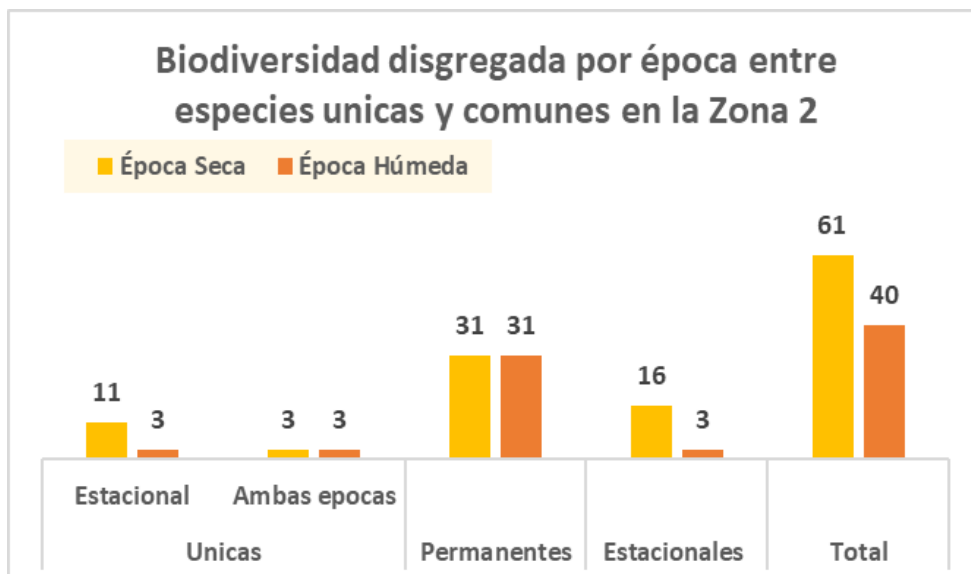
**Figura 53**

*Aparición de especies Únicas en la Zona 2: Laguna Paucarcocha*



### Figura 54

*Biodiversidad disgregada por época entre las especies únicas registradas y especies comunes en la Zona 2.*



#### 4.3.2. Análisis de Índices de diversidad de macroinvertebrados en la Zona 1 Laguna

##### *Paucarcocha*

**4.3.3.1. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación seca.** El índice de Simpson muestra valores variables, considerando los años 2010 y 2015 como los años de mayor diversidad dentro del hábitat acuático, por contener los menores valores.

En cuanto al índice de Shannon los valores corresponden a una diversidad baja a media, resaltando los años 2009-I, y 2013 como los años de mayor diversidad, sin embargo, el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores, el número de especies presentes y su abundancia relativa, para el caso de los años mencionados el número de especies corresponden a los máximos registrados. Contrariamente a los resultados de Simpson, el índice de Margalef refiere a que las estaciones corresponden a menores diversidades, considerando la relación que existe entre el número de especies y número de individuos, mientras el índice de Pielou nos muestra comunidades no distribuidas equitativamente.

Es también denotar que la diversidad presenta una oscilación promedio de 4 años en sus picos 2009, 2013 y 2017.

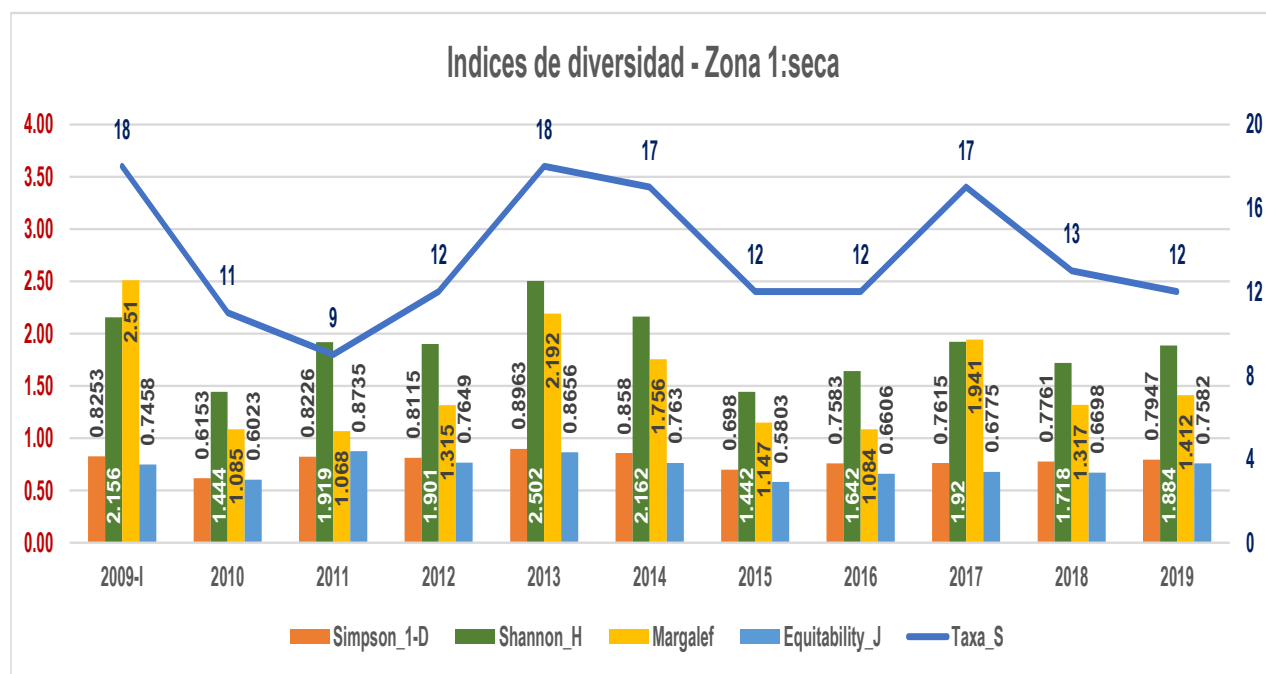
**Tabla 23**

*Índices de diversidad y Figura representativa en la Zona 1 en estación seca*

Zona 1 S	2009-I	2010	2011	2012	2013-I	2014-I	2015-I	2016-I	2017-I	2018-I	2019-I
Taxa_S	18	11	9	12	18	17	12	12	17	13	12
Simpson_1-D	0.8253	0.6153	0.8226	0.8115	0.8963	0.858	0.698	0.7583	0.7615	0.7761	0.7947
Shannon_H	2.156	1.444	1.919	1.901	2.502	2.162	1.442	1.642	1.920	1.718	1.884
Margalef	2.510	1.085	1.068	1.315	2.192	1.756	1.147	1.084	1.941	1.317	1.412
Equitability_J	0.7458	0.6023	0.8735	0.7649	0.8656	0.763	0.5803	0.6606	0.6775	0.6698	0.7582

**Figura 55**

*Índices de diversidad en la Zona 1 periodo seco*



**4.3.3.2. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación húmeda.** Para el caso de la estación húmeda, los valores se muestran distintos, teniéndose valores cercanos a 1 con respecto al índice de Simpson que refleja los años 2008, 2013-II, 2015-II como los años menos diversos. De acuerdo con el índice de Shannon, los valores que se presentan corresponden a valores bajos (2017-II, 2018-II, 2014-II, 2009), valores medios (2019-II, 2016-

II, 2013-II, 2015-II) y valores medios altos como el año 2008. Con respecto al índice d Margalef, los valores representan diversidades bajas como aquellos valores a partir del año 2009, y valores cercanos a 5 como el año 2008, representando hábitats de mayor diversidad.

En cuando a la equidad de Jules los valores muestran valores bajos no representan la distribución equitativa entre componentes de la comunidad.

La diversidad se presenta con una tendencia negativa en la estación húmeda con 24 especies para el año 2008 comparativamente al año 2019 con 13 especies.

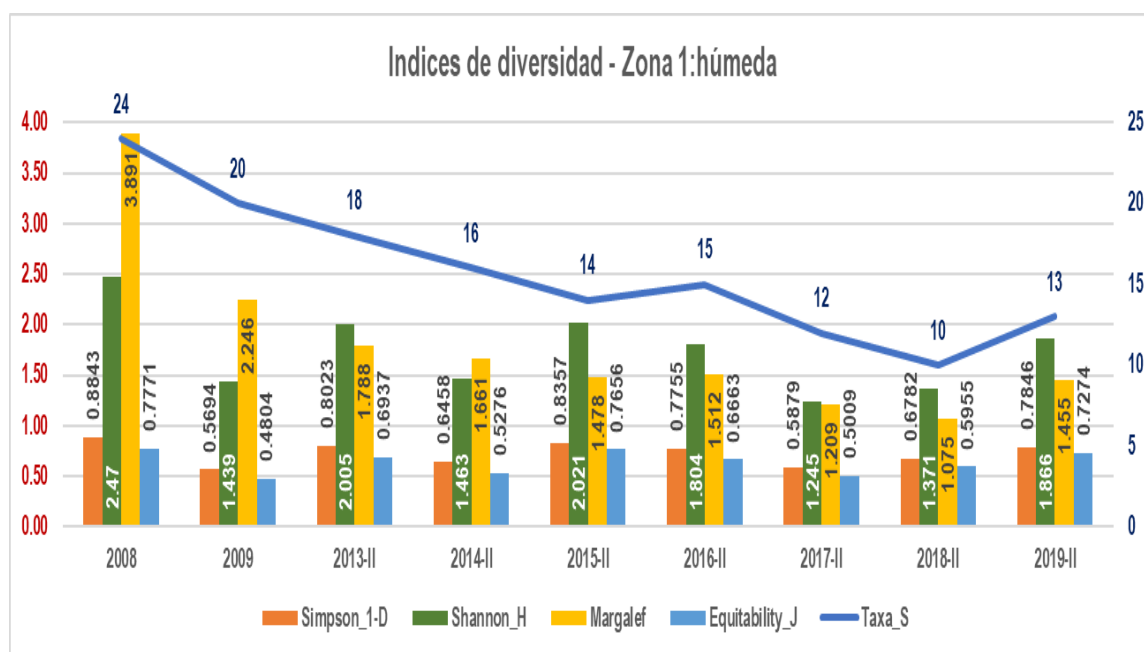
**Tabla 24**

*Índices de diversidad y Figura representativa en la Zona 1 en estación húmeda*

Zona 1 H	2008	2009-II	2013-II	2014-II	2015-II	2016-II	2017-II	2018-II	2019-II
Taxa_S	24	20	18	16	14	15	12	10	13
Simpson_1-D	0.8843	0.5694	0.8023	0.6458	0.8357	0.7755	0.5879	0.6782	0.7846
Shannon_H	2.47	1.439	2.005	1.463	2.021	1.804	1.245	1.371	1.866
Margalef	3.891	2.246	1.788	1.661	1.478	1.512	1.209	1.075	1.455
Equitability_J	0.7771	0.4804	0.6937	0.5276	0.7656	0.6663	0.5009	0.5955	0.7274

**Figura 56**

*Indices de diversidad Zona 1 periodo humedo*



### 4.3.3. Análisis de Índices de diversidad de macro invertebrados en Zona 2 Rio Cañete

**4.3.4.1. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación seca.** Para la zona 2, los valores tienden a 1, y son considerados diversidades menores dentro del hábitat acuático.

Para el índice de Shannon, los valores reflejan diversidades bajas y medias, con excepción del año del 2017, en donde el valor corresponde a una diversidad media alta, lo cual corresponde al alto número de taxa, lo cual se corresponde también con el índice de Margalef con el máximo valor reflejando la mayor diversidad, mientras que el índice de Joules muestra valores bajos. El año 2017, 2013 y el 2009-I corresponden a valores con cercanía a la equidad.

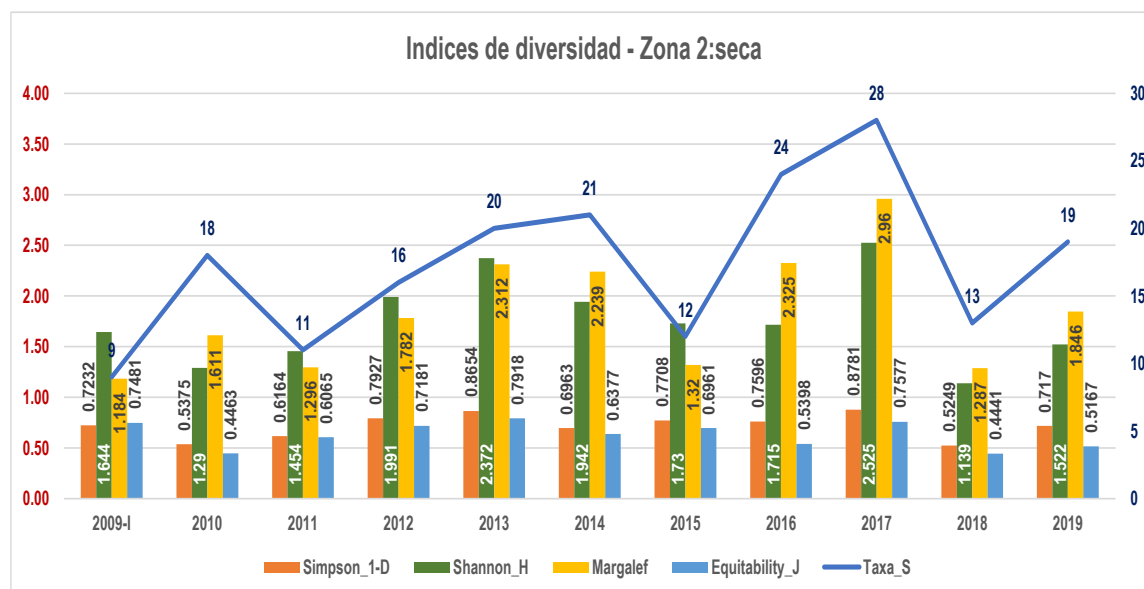
**Tabla 25**

*Índices de diversidad y Figura representativa en la Zona 2 en estación seca*

Zona 1 S	2009-I	2010	2011	2012	2013-I	2014-I	2015-I	2016-I	2017-I	2018-I	2019-I
Taxa_S	9	18	11	16	20	21	12	24	28	13	19
Simpson_1-D	0.7232	0.5375	0.6164	0.7927	0.8654	0.6963	0.7708	0.7596	0.8781	0.5249	0.717
Shannon_H	1.644	1.290	1.454	1.991	2.372	1.942	1.730	1.715	2.525	1.139	1.522
Margalef	1.184	1.611	1.296	1.782	2.312	2.239	1.320	2.325	2.960	1.287	1.846
Equitability_J	0.7481	0.4463	0.6065	0.7181	0.7918	0.6377	0.6961	0.5398	0.7577	0.4441	0.5167

**Figura 57**

*Índices de diversidad en Zona 2 periodo seco*



**4.3.4.2. Índices de diversidad de macroinvertebrados en estación húmeda.** En la época húmeda, de acuerdo al índice de Simpson, los años 2009-I y 2016 fueron los más diversos mientras los años consecutivos se mostraron con menos diversidad.

De acuerdo a Shannon los valores de diversidad que se presentan fueron bajos y medios para el año 2011 y el año 2014, igualmente de acuerdo al índice de Margalef los valores se presentan también bajos, lo que podría estar más relacionado al índice de Shannon.

Los valores de Joules se presentan bajos lo que muestra que la comunidad de macroinvertebrados no muestra una distribución equitativa.

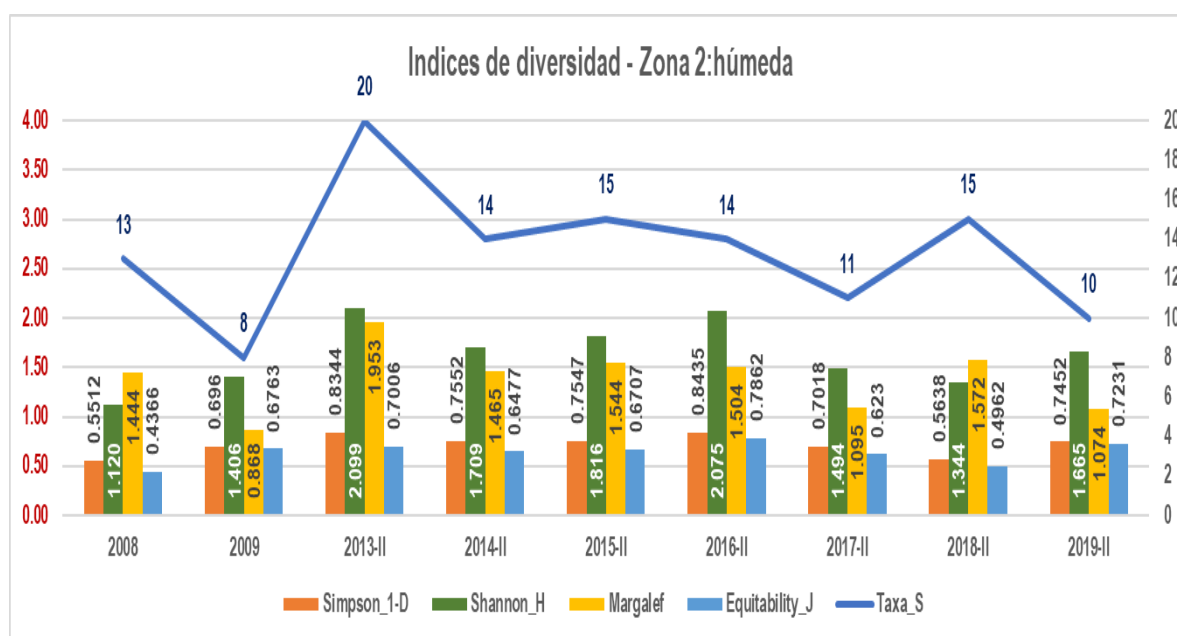
**Tabla 26**

*Índices de diversidad y Figura representativa en la Zona 2 en estación húmeda.*

Zona 2 H	2008	2009	2013-II	2014-II	2015-II	2016-II	2017-II	2018-II	2019-II
Taxa_S	13	8	20	14	15	14	11	15	10
Simpson_1-D	0.5512	0.696	0.8344	0.7552	0.7547	0.8435	0.7018	0.5638	0.7452
Shannon_H	1.120	1.406	2.099	1.709	1.816	2.075	1.494	1.344	1.665
Margalef	1.444	0.868	1.953	1.465	1.544	1.504	1.095	1.572	1.074
Equitability_J	0.4366	0.6763	0.7006	0.6477	0.6707	0.7862	0.623	0.4962	0.7231

**Figura 58**

*Índices de diversidad Zona 2 periodo humedo*



#### **4.4. Descripción de los factores que afectan a la comunidad bentónica de macroinvertebrados**

##### **4.4.1. Factores geomorfológicos - sustrato**

**4.4.1.1 Factores geomorfológicos y sustrato de la Zona 1.** Geomorfológicamente el área de estudio está en la cuenca superior que presenta una forma alargada, accidentada de fondo profundo y pronunciada pendiente a moderada, con depresiones pronunciadas donde se encuentra la laguna Paucarcocha con estrechos cañones, presentando geológicamente intercalaciones volcánicas de andesitas y dacitas, calizas, areniscas, lutitas como intrusiones ígneas graníticas, con depósitos morrénicos

La laguna naturalmente es alargada de 3,5 km de largo por 700 m de ancho, rodeada de morrenas tanto laterales como frontales y rocas calcáreas y volcánicas como basamento la cual se alimenta del río cañete que nace de los nevados de Ticllacocha a 17 km, con dirección sur a norte entrando a la laguna.

Los depósitos morrénicos que provienen de la entrada de la laguna Paucarcocha se van dispersando y formando depósitos a lo largo de ella, estableciendo microhábitat para numerosos macroinvertebrados que viven en ella.

Los sedimentos al comienzo de la laguna y cercano al centro poblado de Tanta se presenta roca y cascajo con arcillas y arena entre ellas, y materia orgánica y limo, que se va acentuando en mayor proporción hacia la salida de laguna.

En la Estación Huecomoche se presenta arena, arcilla y grava esparcida, con materia orgánica en su orilla disminuyendo en dirección al centro de la laguna, hacia el fondo, con vegetación escaza del tipo *Myriophyllum quitense*, hacia el centro de la laguna.

En la estación Piedra Blanca, el sustrato está conformado por arena en su playa con grava y canto rodado esparcido, y una escaza vegetación, mostrando hacia el centro de la laguna una pendiente mayor, y en la parte final en la estación Laguna Paucarcocha, el sustrato está

conformado por arena y grava esparcida y limo, con una vegetación de *Potamogeton sp* y *Zannichellia andina* esparcida.

**Tabla 27**

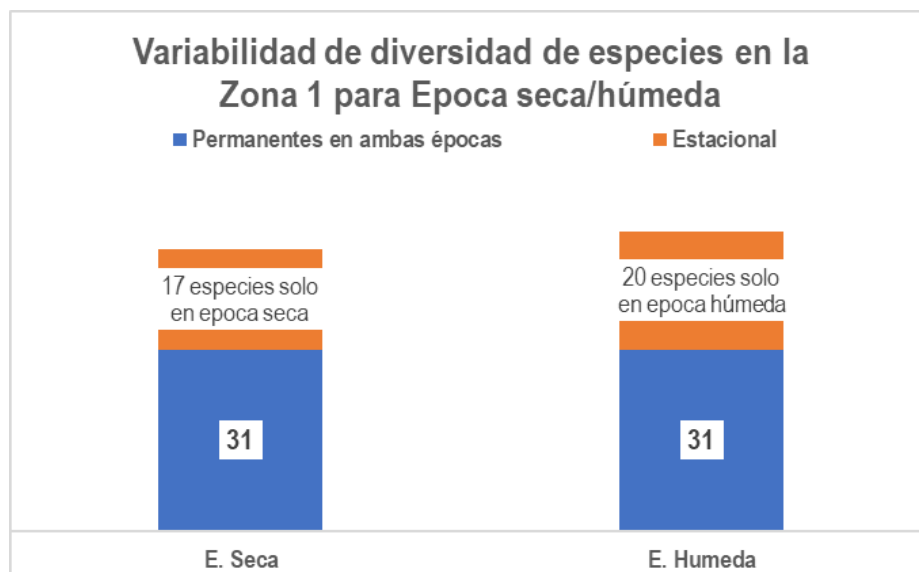
*Tipo de sustrato y vegetación acuática de la Zona 1: Laguna Paucarcocha*

Estación	Sustrato	Vegetación acuática
Huecomoche	arena y arcilla en los bordes y con grava	<i>Myriophyllum quitense</i>
Piedra Blanca	arena en los bordes y playas con grava y canto rodado	<i>Myriophyllum quitense</i>
Laguna Paucarcocha	arena en los bordes y grava en su mayoría y algo de limo	<i>Potamogeton sp.</i> <i>Zannichellia andina</i>

La biodiversidad en esta zona se presenta con 31 especies permanentes, que viven en la laguna Paucarcocha, en ambas épocas del año, sumándose 17 especies en época seca y en época húmeda se suma 20 especies.

**Figura 59**

*Variabilidad de especies estacionales en la zona 1 Laguna Paucarcocha*



**4.4.1.2. Factores geomorfológicos de la Zona 2.** A la salida de la laguna Paucarcocha se encuentra una presa que eleva el nivel de la laguna, con salida por rebose, que continua el río Cañete, cambiando en su curso de NW a SE en dirección a Vilca. En su curso el correntaje

del río en épocas de lluvia comúnmente en su parte media y final del área de estudio, por su pendiente puede crear inestabilidad en su cauce socavando sus laderas, presentando áreas de tuberías en la parte final llegando a la zona de tragaderos, con una secuencia de calizas.

Los sedimentos predominan el sustrato duro en la estación Blanco Blanco (aguas abajo) con cascajo disperso en su gran parte y arcilla en su interior, en la zona de Bernacancha predomina también una superficie dura con rocas y cascajo presentándose arena y limo en sus orillas con algunos tramos de arcilla, con una vegetación de *Myriophyllum quitense* en sus orillas y *Zannichellia andina* esparcida, haciéndose más densa en las orillas.

La zona de Mullococha y Mullococha 2, se presenta con un sustrato de grava y cantos rodados esparcidos y rocas grandes en su cauce, con zonas de raíces vegetación (pastizal) terrestre en sus laderas con arena y arcilla en sus orillas y en las zonas entre cantos rodados con algo de limo con una vegetación acuática por áreas de *Myriophyllum quitense* y en forma esparcida disminuyendo su presencia hacia Mullococha 2 de *Zannichellia andina*

### Tabla 28

*Tipo de sustrato y vegetación acuática de la Zona 2: Río Cañete*

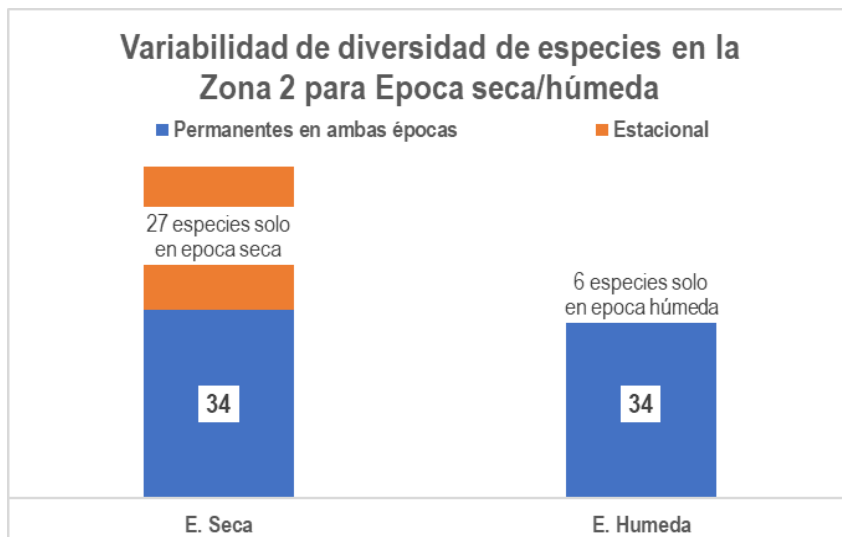
Estación	Sustrato	Vegetación acuática
Blanco Blanco (aguas abajo)	Cascajo en su gran parte y arcilla	<i>Myriophyllum quitense</i>
Bernacancha	Arena y limo con cascajo y rocas en el lecho, y zonas con presencia de arcilla	<i>Myriophyllum quitense</i> <i>Zannichellia andina</i>
Mullococha	Arena – arcilla y limo entre cantos rodados, con zonas de raíces de vegetación al borde.	<i>Myriophyllum quitense</i> <i>Zannichellia andina</i>
Mullococha 2	Arena – grava con cantos rodados esparcidos y limo más acentuado en las orillas en época seca.	<i>Myriophyllum quitense</i> <i>Zannichellia andina</i>

El río en sus recodos presenta aguas más calmadas con frentes de cantos rodados y rocas que influyen en desviar el río hacia uno de los lados, en ellos se notan más

macroinvertebrados. En su diversidad hay 34 especies que siempre habitan el río sumándose 27 más en época seca donde el caudal más constante y solo 6 especies en época húmeda.

### Figura 60

*Variabilidad de especies estacionales en la zona 2 Río Cañete*



En la zona 1 Laguna Paucarcocha estos depósitos morrénicos que provienen que son acarreados por el el río Cañete en su entrada, forman en su desplazamiento y distribución en la laguna, pequeños depósitos, que forman finalmente pequeños hábitats en donde muchos de estos macroinvertebrados viven y forman todo un sistema de convivencia los que son bastante estables comparativamente con la zona 2 del río Cañete, por la velocidad del flujo de agua y variaciones son estacionarios. Sin embargo, la presa permite una regulación de caudal que permite cierta estabilidad en muchos lugares del trayecto del río, sobre todo en época seca, y en los recodos opuestos a la incidencia de la dirección de la corriente, lo que crea también refugios en los que además se depositan plantas acuáticas y el pastizal en las laderas del río donde sus raíces sobresalen hacia el río, creando un perfecto refugio y hábitat para ellos.

#### **4.4.2. Factores hidráulicos**

Las zonas presentan características diferenciales:

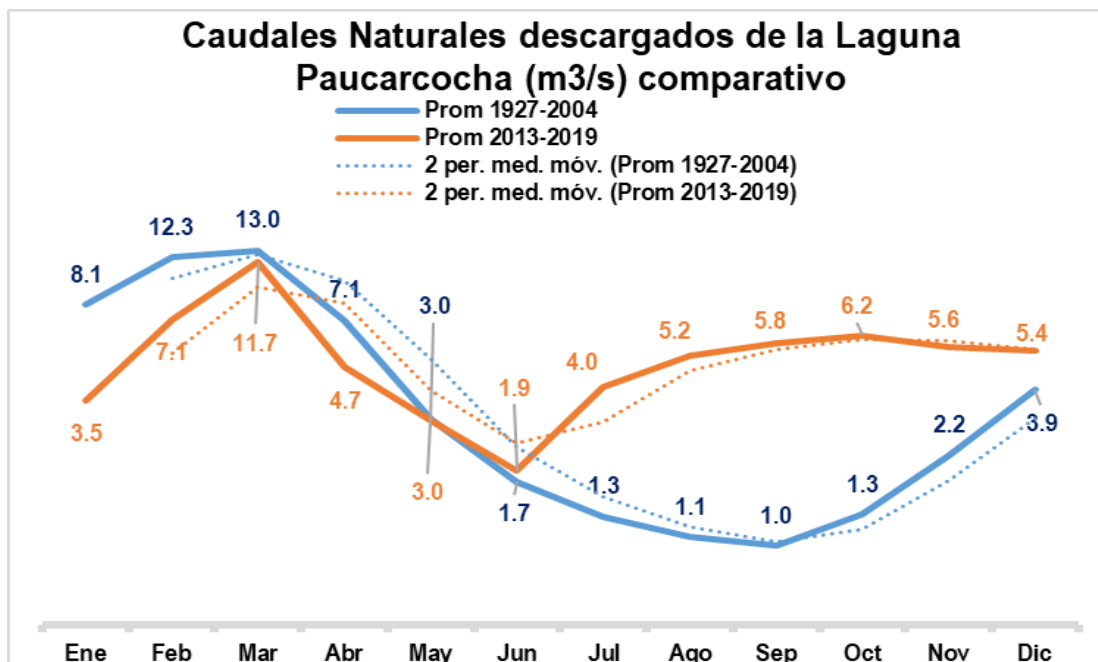
**Zona 1 Laguna Paucarcocha:** se caracteriza por ser un ambiente lentic y es actualmente un embalse regulado por la Empresa CELEPSA, el cual mantiene en un Embalse

estacional a 4220 msnm., albergando una capacidad promedio de 70 millones de m<sup>3</sup> que se regula efectuando una descarga controlada en época de estiaje.

Esta zona presenta desde finales del año 2010, una presa a la salida de la Laguna Paucarcocha, efectuándose una descarga regulada, mediante un sistema de embalse, construido por la Empresa CELEPSA, teniéndose un registro de descarga desde el año 2013 a la fecha, en forma diaria. Este sistema de embalse permite un volumen constante, asimismo la descarga permite una mejor regulación de caudal circulante lo que permite una mayor estabilidad en el ambiente. Los registros que se inician en el año 2013, se presentan en la siguiente Figura mostrando un caudal promedio máximo de 11,7 m<sup>3</sup>/s para el mes de marzo (época húmeda) y un caudal mínimo de 1,9 m<sup>3</sup>/S para el mes de junio (época seca).

### Figura 61

*Figura de caudales promedio de descarga registrados de la Laguna Paucarcocha*



Si vemos en la figura anterior, en el periodo 1927-2004 antes de la presa en época seca, con los volúmenes actuales de descarga a la salida de la laguna son mayores manteniéndose, teniéndose una variación mínima en el mes de junio, pero recuperándose en los meses siguientes, esto permite un área inundable mas continua y permite que los macroinvertebrados

mantengan su hábitat formado, en la rivera opuesta de incidencia del río en ellos recodos. Por lo que ambas zonas pueden mantener un número de especies fijas en sus ambientes.

La relación de la diversidad y densidad de especies con el caudal en la Zona 1: Laguna Paucarcocha, antes de la construcción del embalse el área de la estación Laguna Paucarcocha era el que tenía una mayor densidad (años 2009-2010), para luego variar, siendo la de mayor densidad la parte media donde se encuentra ubicada la estación Piedra Blanca y de mejor diversidad, sin embargo, la estación Laguna Paucarcocha disminuye notoriamente en densidad y diversidad. La primera estación de Huecomoche se encuentra influenciada por el poblado de Tanta, pero también del arrastre de sustratos morrénicos que entran a la Laguna y van dispersando a lo largo de ella, formando pequeñas barreras y microhábitats para varias especies que se alojan en estos espacios.

**Figura 62**

*Característica de la Zona 1 Laguna Paucarcocha*



Huecomoche		Piedra Blanca		Laguna Paucarcocha	
Comienzo de la Laguna, río recto, entrada poblado de Tanta		Tramo siguiente donde se denota anostomados con presencia de islas en época seca		Final de la Laguna con jaulas de cultivo de trucha hacia el media, con mayor pendiente en su orilla hacia el final del embalse.	
Sustrato de arena y arcilla en los bordes y con grava		Sustrato de arena en los bordes y playas con grava y canto rodado		Sustrato de arena en los bordes y grava en su mayoría, con canto rodado esparcido	
<i>Myriophyllum quitense</i>	Poca densidad, muy esparcida	<i>Myriophyllum quitense</i>	Poca densidad, muy esparcida	<i>Potamogeton sp.</i>	en ciertas zonas a la entrada de la laguna muy esparcida
				<i>Zannichellia andina</i>	

Figura 63

Diversidad y densidad de especies con respecto a caudales en la Laguna Paucarcocha Zona 1: Seca y Húmeda

Zona 1: Seca	II°MHP			IV°MHP			V°MHP			VI°MHP			VII-A°MHP			VIII-A°MHP			IX-A°MHP			X-A°MHP			XI-A°MHP			XII-A°MHP			XII-A°MHP		
	25 de jun. 2009			23-25 de junio 2010			28 de junio 2011			27 jun. 2012			10 - 11 jul. 2013			27 - 28 jun. 2014			01 - 02 jul 2015			15-16 jun 2016			26-27 jun 2017			19-22 jun 2018			12-13 jun 2019		
	2009-I			2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			2019		
	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha			
Densidad Total (org/m <sup>2</sup> )	53	495	616	0	4040	14030	0	1820	80	1520	6360	1550	1500	1230	1560	8710	8740	380	12258	15013	13790	42360	12228	2340	1160	3710	4590	5090	11720	3480	212	4480	790
N° de especies	4	7	12	0	10	8	0	8	2	9	7	6	11	10	9	9	12	7	8	8	5	7	7	5	7	11	8	7	10	4	6	7	6
Caudales (m <sup>3</sup> /s)	1.700			1.700			1.700			1.700			6.000			1.000			1.195			1.475			1.683			1.000			1.000		

Zona 1: Húmeda	I°MHP			III°MHP			VIIB° MHP			VIIB° MHP			IXB° MHP			XB° MHP			XIB° MHP			XIIB° MHP			XIIIB° MHP		
	27-28 Nov. 2008			21 de nov. 2009			04 - 05 dic. 2013			02 - 03 dic. 2014			16-17 de dic 2015			15-16 dic 2016			13-15 dic 2017			13-14 dic 2018			04-05/12/2019		
	2008			2009			2013			2014			2015			2016			2017			2018			2019		
	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha	Huecomoche	Piedra Blanca	Laguna Paucarcocha
Densidad Total (org/m <sup>2</sup> )	207	266	203	2420	890	7195	14510	5440	3970	5610	13930	3811	8276	3668	2642	6110	8220	12330	8460	3770	10210	5450	640	2430	2640	2440	2450
N° de especies	13	9	12	14	7	18	12	10	7	7	9	9	7	8	10	9	9	8	8	5	7	4	5	5	8	5	7
Caudales (m <sup>3</sup> /s)	3.900			3.900			4.000			3.889			4.540			4.661			7.718			4.246			8.910		

**Zona 2 Rio Cañete:** Pertenece a la descarga de la laguna Paucarcocha principalmente, aportando estacionalmente una pequeña quebrada sin nombre y la quebrada Mullococha de la descarga de la laguna del mismo nombre hasta la zona de tragaderos (4117 msnm).

La zona presenta un curso de agua definido por sus gradientes topográficas las cuales se acentúan al final de las estaciones. En su trayecto realiza varios giros presentándose bolones y rocas en su curso formándose islas verdes en el área de la estación Bernacancha y Mullococha, con rocas que, al bajar de las pendientes, muchas quedan en las orillas formando verdaderos refugios para la formación de microhábitats y asentamiento de muchas especies de macroinvertebrados. En ambas áreas se denota perifiton en todas sus orillas que cubre los cantos rodados asentados, con arena y limo entre ellas. Al final del tramo estudiado, en la estación Mullococha 2, se forma una mayor pendiente angostándose su cauce que cubren las islas y refugios que se denotan en época seca, haciéndose torrentoso hasta la zona de tragaderos.

La zona 2 se en los años 2008, 2009 y 2010 se presenta una mayor densidad en el área de la estación Mullococha la cual se mantiene el año 2013, 2014, presentándose una variación en el año 2015, donde en época seca Blanco Blanco ofrece una mayor densidad y en época húmeda la estación Bernacancha, siendo posteriormente en los años 2016 al 2019 las estaciones Bernacancha y Mullococha las de mayor densidad y diversidad en la zona, para ambas épocas seca y húmeda.

**Figura 64**

*Característica de la Zona 2 Rio Cañete*



Blanco Blanco (aguas abajo)		Bernacancha		Mullococha		Mullococha 2	
Río recto, con rocas dispersas formando islas y travas en su recorrido		Río recto, con rocas dispersas formando islas y travas en su recorrido en época seca cubriéndose en época húmeda		Curso de agua definido con variaciones en su curso con formación de islas verdes por bolones y rocas en su parte central que se atrapan con cantos rodados y algunas zonas con barreras, en su orilla, formándose refugios.		Zona de mayor pendiente, con curso de agua definido con bolones y rocas en su curso dando quiebres y barreras, formándose refugios en sus recodos opuestos a la incidencia de la corriente, la cual aumenta su torrente en época húmeda.	
En las orillas sustrato de cascajo y arcilla, con algunas rocas dispersas, con parches de perifiton cercano		Arena y limo con cascajo y rocas en el lecho, y zonas con presencia de arcilla, con perifiton en las orillas		Arena – arcilla y limo entre un fondo de cantos rodados, con perifiton, y zonas de raíces de vegetación al borde interno del curso de agua.		Arena – grava con cantos rodados esparcidos y limo más acentuado en las orillas en época seca y cubiertas en época de lluvia.	
<i>Myriophyllum quitense</i>	Esparcida	<i>Myriophyllum quitense</i>	frecuente	<i>Potamogeton sp.</i>	frecuente	<i>Potamogeton sp.</i>	en ciertas zonas a la entrada de la laguna muy esparcida
		<i>Zamichellia andina</i>	muy esparcida	<i>Zamichellia andina</i>		<i>Zamichellia andina</i>	

Figura 65

Diversidad y densidad de especies con respecto a caudales del Rio Cañete. Zona 2: Seca y Húmeda

Zona 2: Seca	II°MHP				IV°MHP				V°MHP				VI°MHP				VII-A°MHP				VIII-A°MHP				IX-A°MHP				X-A°MHP				XI-A°MHP				XII-A°MHP				XIII-A°MHP			
	25 de jun. 2009				23-25 de junio 2010				28 de junio 2011				27 jun. 2012				10 - 11 jul. 2013				27 - 28 jun. 2014				01 - 02 jul 2015				15-16 jun 2016				26-27 jun 2017				19-22 jun 2018				12-13 jun 2019			
	2009-I				2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019			
	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco				
Densidad Total (org/m <sup>2</sup> )	355		870	0	16180	29560	35400		60	2350	3360		6180	1810	2830	0	1750	970	4350	1220	3060	560	13960	1890	7960	3074	3550	878	15215	25010	12540	19180	3528	5535	10480	6020	16130	13550	10780	580	16430	15810	7240	13100
N° de especies	8		7	0	13	9	6		4	8	6		11	8	6	0	7	9	8	7	9	6	11	11	4	9	8	10	12	11	13	12	10	16	13	15	8	9	5	6	8	7	8	12
Caudales (m <sup>3</sup> /s)	1.700				1.700				1.700				1.700				6.000				1.000				1.195				1.475				1.683				1.000				1.000			

Zona 2: Húmeda	I°MHP				III°MHP				VIIB° MHP				VIIIB° MHP				IXB° MHP				XB° MHP				XIB° MHP				XIIB° MHP				XIIIB° MHP						
	27-28 Nov. 2008				21 de nov. 2009				04 - 05 dic. 2013				02 - 03 dic. 2014				16-17 de dic 2015				15-16 dic 2016				13-15 dic 2017				13-14 dic 2018				04-05/12/2019						
	2008				2009				2013-II				2014-II				2015-II				2016-II				2017-II				2018-II				2019-II						
	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Densidad Total (org/m <sup>2</sup> )	242	0	7395	0	1900	0	3840	0	12950	7380	16390	13270	2790	6020	8150	5455	8180	8140	10472	2856	10180	3426	3750	1530	8450	10970	7770	7240	6820	7440	6290	6360	3670	6040	3280	3650			
N° de especies	9	0	8	0	4	0	7	0	8	7	12	14	11	5	9	12	9	6	9	8	7	9	9	10	6	7	7	9	6	10	5	8	6	8	7	9			
Caudales (m <sup>3</sup> /s)	2.200				2.200				4.000				3.890				4.540				4.661				7.718				4.246				8.910						

#### 4.4.3. Factores físicos químicos

Los factores fisicoquímicos registrados a través de los monitoreos indican una variación en sus parámetros de acuerdo a las épocas naturales de lluvias y de seca, que pueden influir en la diversidad como en la densidad de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos de ambas zonas.

Si estos parámetros los interrelacionamos con la diversidad y densidad de macroinvertebrados en época de lluvias como en época seca, con la zona de la Laguna Paucarcocha y con el Rio Cañete, podemos ver la correlación de los componentes que interactúan en ellos.

**4.4.3.1. Factores fisicoquímicos de la Zona 1.** La Zona al igual que la Zona 2 atraviesan por los dos periodos seco y húmedo

##### Zona 1 - Época Seca

Los factores fisicoquímicos para la Zona 1 Laguna Paucarcocha en época seca registrados en cada uno de los monitoreos con la densidad y diversidad de especies de acuerdo con la tabla siguiente.

**Tabla 29**

*Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos*

	II° MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIA° MHP	IXA° MHP	XA° MHP	XIA° MHP	XIIA° MHP	XIIIA° MHP
ZONA 1 Época seca	25 jun. 2009	23-25 jun 2010	28 jun 2011	27 jun 2012	10-11 jul 2013	27-28 jun 2014	01-02 jul 2015	15-16 jun 2016	26-27 jun 2017	19-22 jun 2018	12-13 jun 2019
Temperatura	13.9	11.9	9.0	10.7	10.2	12.5	10.0	11.5	12.7	13.4	12.9
pH	8.6	8.0	7.5	7.3	8.0	8.0	8.2	8.1	8.4	8.4	7.4
O D	9.3	7.1	5.0	6.0	5.6	6.0	6.9	7.6	8.1	7.3	7.0
DH	96.9	179.6	119.7	193.8		79.8	96.9		91.2	96.9	85.5
Turbidez					0.9	0.3	0.0	2.0	0.7	2.5	2.0
Densidad org/m <sup>2</sup>	389	6023	633	3143	1430	5943	13687	18976	3153	6763	1827
N° de especies	18	11	9	12	18	17	12	12	17	13	12

En un análisis de correlación de componentes principales tenemos:

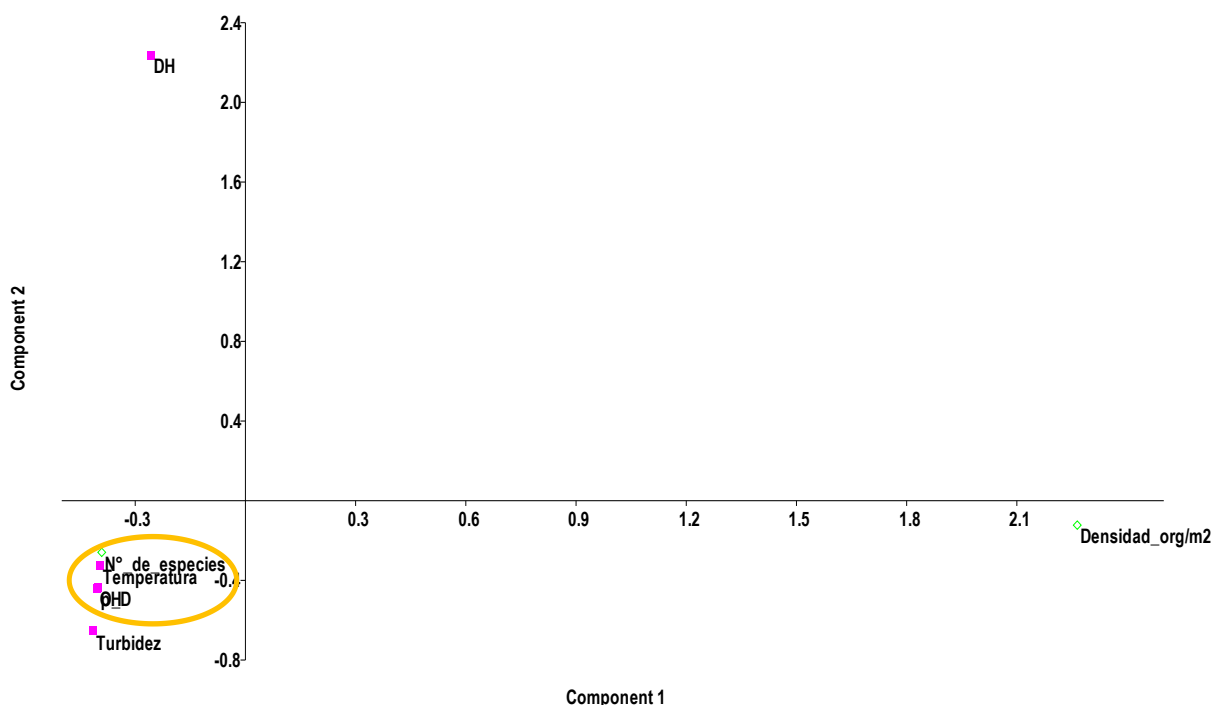
**Tabla 30**

*Principales Componentes Zona 1 Época Seca*

PC	Eigenvalue	% variance	Eig 2.5%	Eig 97.5%
1	10.9375	99.432	1.64E-44	99.723
2	0.0621008	0.56455	0	99.997
3	0.00034076	0.00309780	0	98.786
4	0.00000824	0.00007495	0	99.888
5	0.00000189	0.00001723	0	0.00003162
6	0.00000063	0.00000573	0	0.00562850

**Figura 66**

*Figura de Principales Componentes y base de datos utilizada*



0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.395690	-0.326110	0.512370	-0.562310	-2.025600	-0.445290
pH	-0.401940	-0.436360	-0.457770	1.789000	-0.290790	1.138600
O_D	-0.403240	-0.438520	-0.068443	-1.506300	0.656050	1.443500
Turbidez	-0.414480	-0.653850	-1.507100	-0.141370	0.572410	-1.387300
DH	-0.257850	2.236400	-0.261960	-0.018637	0.062679	-0.046793
N°_de_especies	-0.391280	-0.259170	1.784200	0.440540	1.024900	-0.703330
Densidad_org/m <sup>2</sup>	2.264500	-0.122340	-0.001296	-0.000834	0.000270	0.000567

Realizando un análisis de Principales Coordenadas por Morosita se tiene:

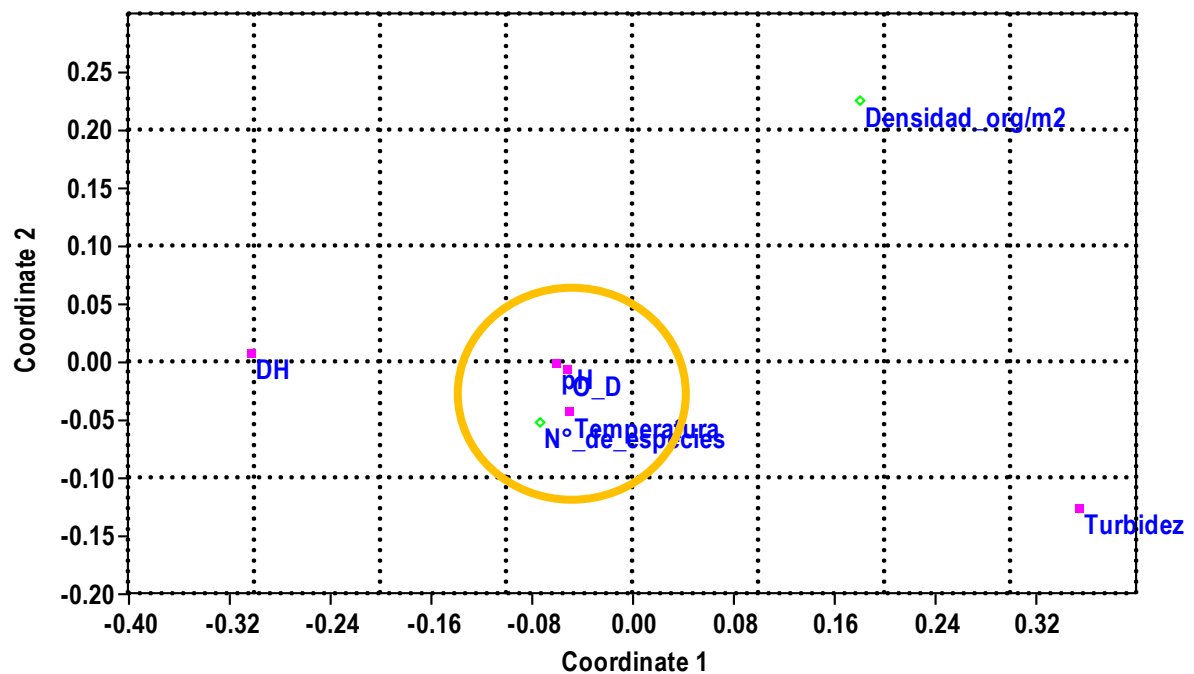
**Tabla 31**

*Principales Coordenadas en Zona 1 - Época Seca*

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.26405	70.601
2	0.071448	19.104
3	0.0041635	1.1132
4	1.43E-05	0.0038165
5	-3.59E-18	-9.59E-16
6	-0.0015976	-0.42718

**Figura 67**

*Figura de Principales Coordenadas por Morosita y base de datos utilizada*

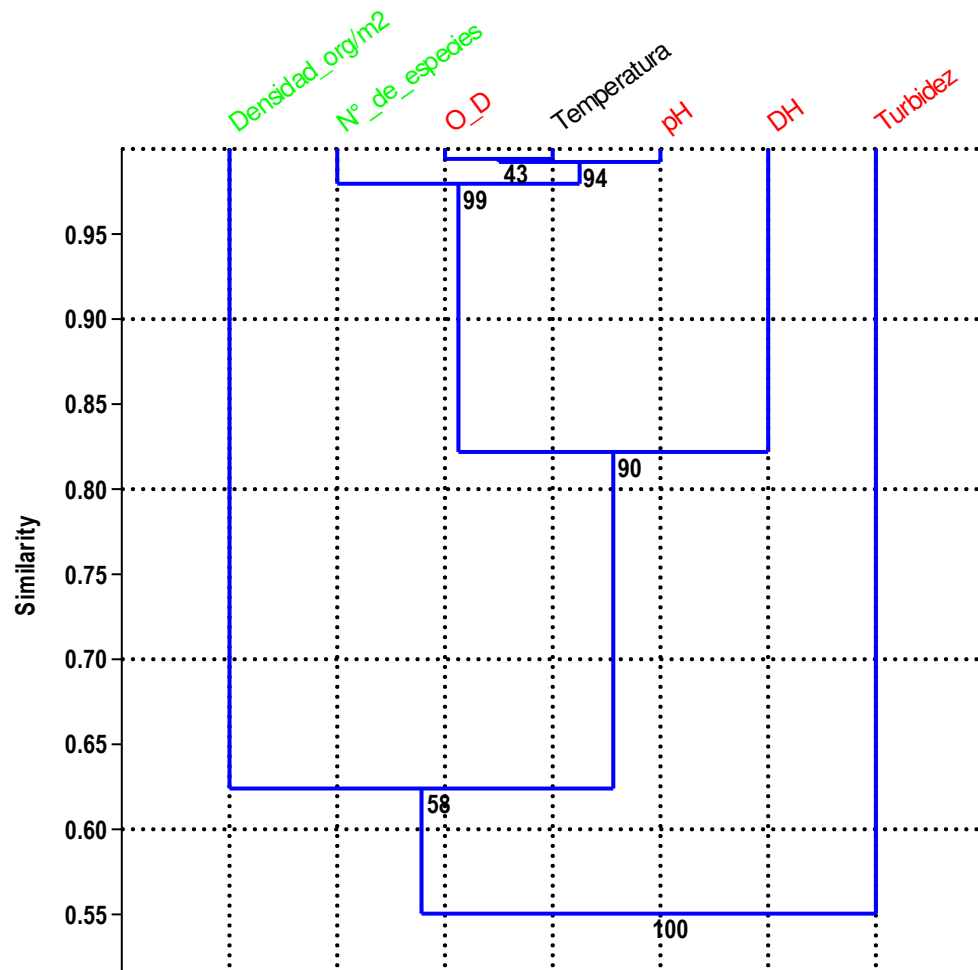


0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.0496470	-0.0435370	0.0285230	0.0005510	0	0
pH	-0.0600870	-0.0015474	-0.0029526	0.0024034	0	0
O_D	-0.0512730	-0.0073331	0.0048278	-0.0028603	0	0
Turbidez	0.3550400	-0.1268700	0.0089981	0.0000180	0	0
DH	-0.3020600	0.0070120	0.0172430	-0.0000271	0	0
Nº de especies	-0.0729030	-0.0526330	-0.0541610	-0.0001022	0	0
Densidad org/m <sup>2</sup>	0.1809300	0.2249000	-0.0024784	0.0000171	0	0

Corroborando con un Diagrama de Similaridad por Morosita se tiene:

**Figura 68**

*Diagrama de Similaridad pro Morosita*



*Nota.* Coeficiente de Morosita: 0.9103

Para la Zona 1 en época seca, nos indica que existe una correlación del número de especies con respecto a los parámetros fisicoquímicos de temperatura, pH y oxígeno disuelto y distantes la densidad y la dureza con la turbidez del agua, mientras la densidad es independiente.

### **Zona 1 - Época Húmeda**

Los factores fisicoquímicos para la Zona 1 Laguna Paucarcocha en época húmeda registrados en cada uno de los monitoreos con la densidad y diversidad de especies se presenta en la tabla siguiente.

Los principales factores químicos que actúan sobre los organismos acuáticos en la zona son la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto (OD), la dureza del agua (DH) y la turbidez

Como indicadores de desarrollo se tiene la densidad de organismos por metro cuadrado de área (Densidad org/m<sup>2</sup>) y el número de especies (N° de especies) los cuales se describen en la siguiente tabla

**Tabla 32**

*Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos*

	I° MHP	III° MHP	VIII° MHP	VIII° MHP	IXB° MHP	XB° MHP	XIB° MHP	XIIB° MHP	XIIIB° MHP
ZONA 1 Época húmeda	27-28 nov 2008	21 nov 2009	04-05 dic 2013	02-03 dic 2014	16-17 dic 2015	15-16 dic 2016	13-15 dic 2017	13-14 dic 2018	04-05 dic 2019
Temperatura	11.3	14.0	10.8	14.5	12.3	10.3	13.1	10.8	12.1
pH	7.8	7.6	7.7	8.5	8.2	8.8	8.5	9.5	7.0
O D	8.0	11.3	6.0	6.7	6.1	5.0	6.7	7.7	6.5
DH	119.7	102.6	68.4	85.5	125.2	85.5	79.8	79.8	51.3
Turbidez			1.1	1.1	1.2	1.0	1.4	16.6	1.8
Densidad org/m <sup>2</sup>	225	3502	7973	8117	4862	8887	7480	2840	2510
N° de especies	24	20	18	16	14	15	12	10	13

En un análisis de correlación de Principales Componentes tenemos:

**Tabla 33**

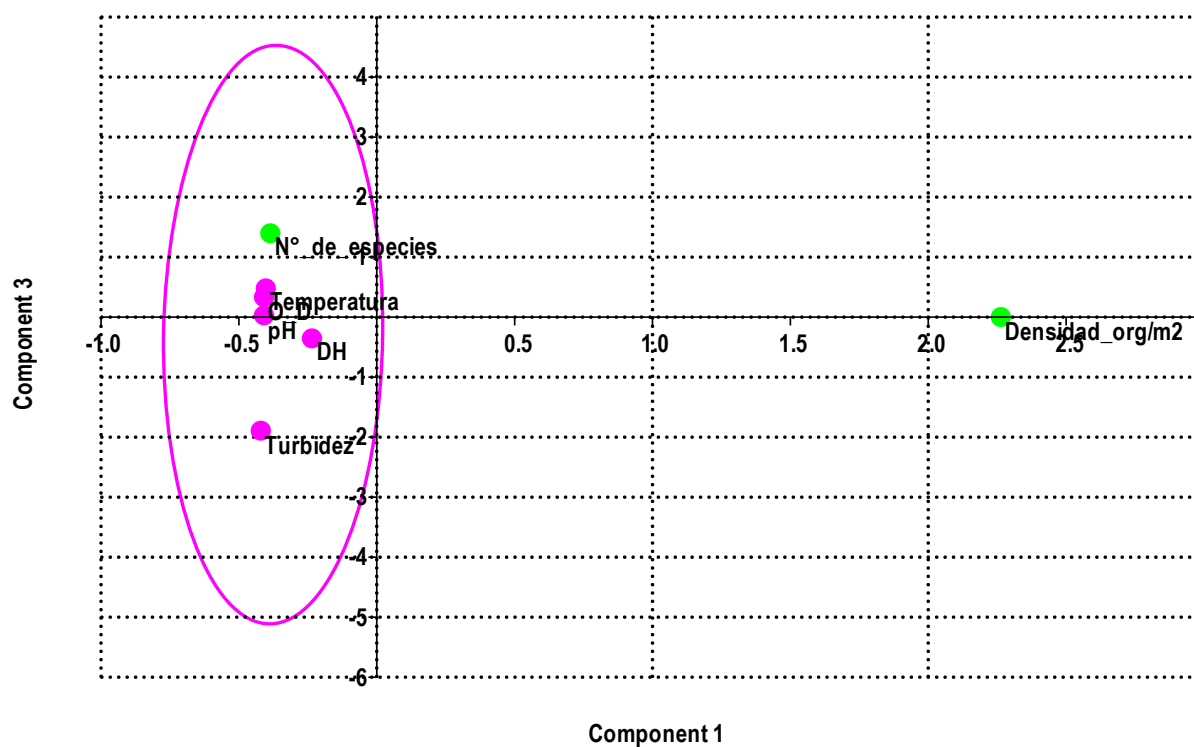
*Principales Componentes Zona 1 Época Húmeda*

PC	Eigenvalue	% variance
1	8.795910000	97.732000000
2	0.204053000	2.267300000
3	0.000033044	0.000367150
4	0.000002085	0.000023168
5	0.000000964	0.000010708
6	0.000000525	0.000005836

*Nota.* El Eigenvalue, representa los valores propios de cada uno de los seis Componentes Principales que se está analizando

**Figura 69**

Figura de Principales Componentes y base de datos utilizada



0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.402740	-0.391560	0.479380	-1.460100	1.401200	-0.708780
pH	-0.409100	-0.474030	0.030580	0.095260	0.316690	2.154200
O_D	-0.409260	-0.468110	0.333360	-0.832330	-1.971400	-0.256730
Turbidez	-0.235110	2.221700	-0.352990	-0.141700	-0.052313	0.065303
DH	-0.420550	-0.662860	-1.891100	0.712720	0.143360	-0.649370
Densidad_org/m <sup>2</sup>	2.263100	-0.145920	0.001834	0.001862	-0.000820	-0.000210
N° de especies	-0.386320	-0.079209	1.399000	1.624300	0.163300	-0.604390

Realizando un análisis de Principales Componentes por Morosita se tiene:

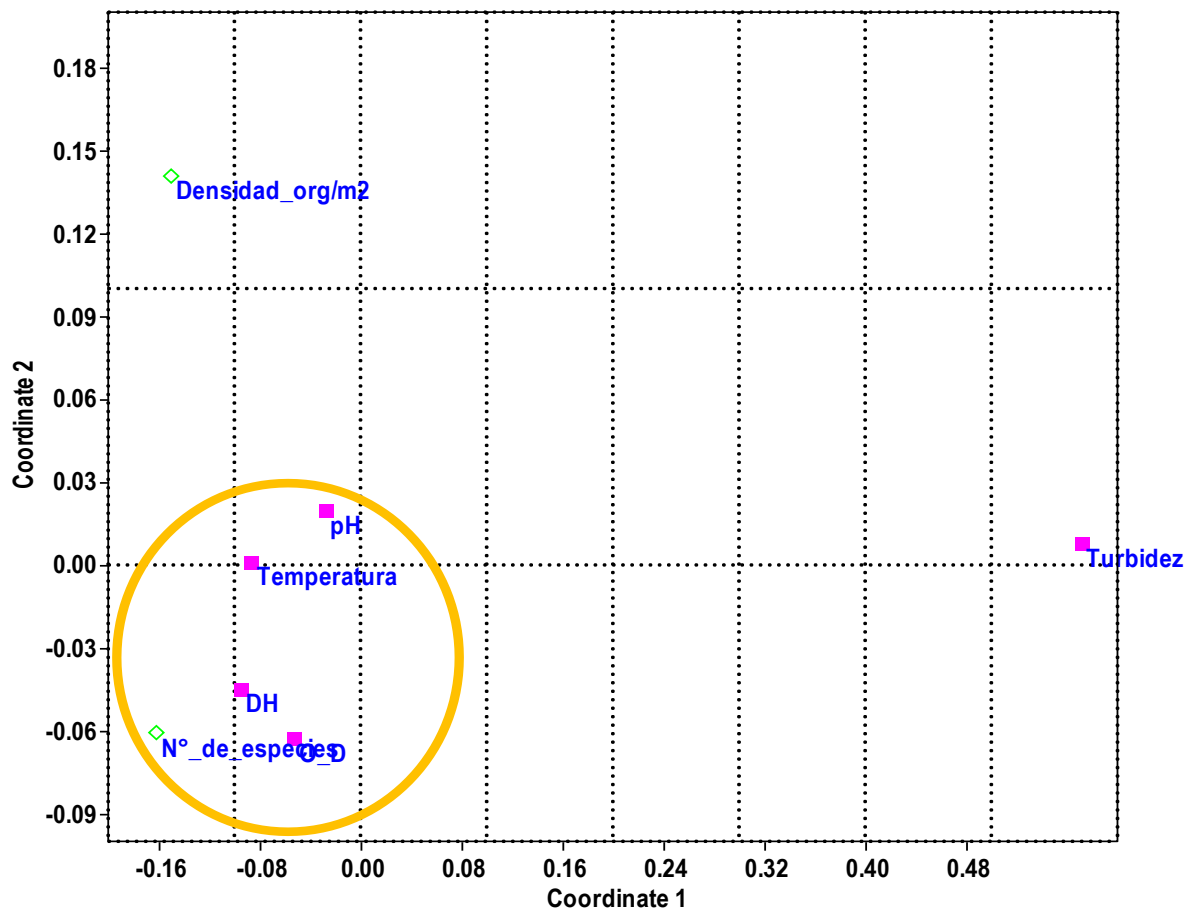
**Tabla 34**

Principales Coordenadas en Zona 1 - Época Húmeda

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.3961600	89.2820000
2	0.0298980	6.7381000
3	0.0007873	0.1774300
4	0.0000177	0.0039834
5	-1.09E-17	-2.47E-15
6	-0.0030962	-0.6978000

**Figura 70**

Figura de Principales Coordenadas por Morosita y base de datos utilizada



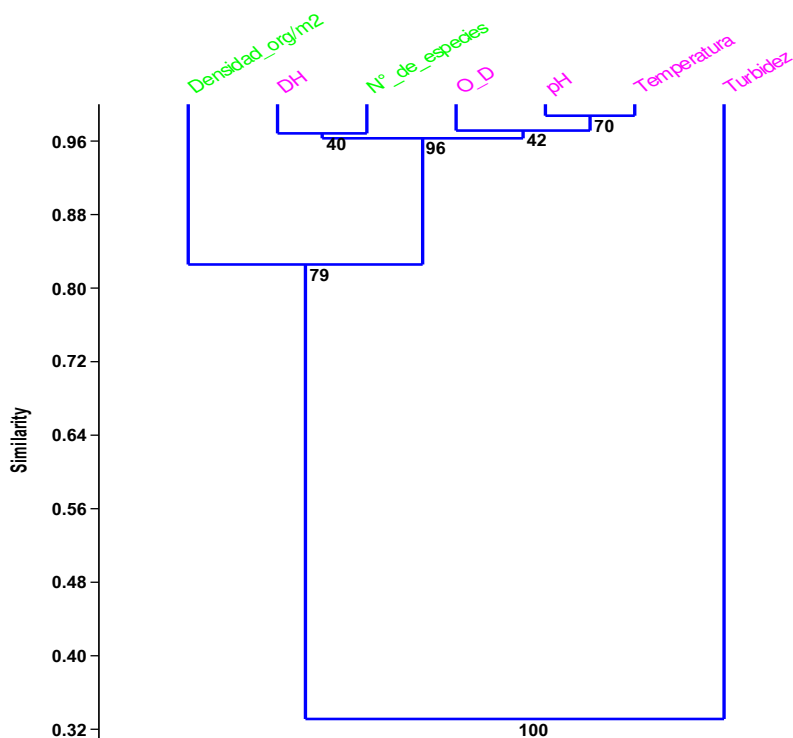
0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.0862340	0.0009140	0.0103930	0.0025922	0	0
pH	-0.0269180	0.0195060	-0.0042736	-0.0022524	0	0
O_D	-0.0523790	-0.0627900	0.0122470	0.0001941	0	0
Turbidez	-0.0947920	-0.0452210	-0.0223080	0.0014283	0	0
DH	0.5723000	0.0075632	-0.0000797	-0.0000125	0	0
Densidad_org/m <sup>2</sup>	-0.1501100	0.1406900	0.0003904	0.0000009	0	0
N°_de_especies	-0.1618700	-0.0606580	0.0036310	-0.0019505	0	0

Nota. En el análisis de principales coordenadas por Morosita, se observa ciertos componentes por debajo del eje de las coordenadas, en el cual se encuentran la dureza del agua (DH), el N° de especies, luego ligeramente por encima del valor cero se ubican la temperatura, el pH y la turbidez, mientras que la densidad de organismos/m<sup>2</sup> se ubica en el eje positivo 2 y negativo de la coordenada 1.

Corroborando con un Diagrama de Similaridad por Morosita se tiene:

**Figura 71**

*Diagrama de Similaridad por Morosita*



*Nota.* Coeficiente de Morosita: 0.9925

En la Zona 1 en época húmeda, nos indica que existe una correlación del número de especies con respecto a los parámetros fisicoquímicos de temperatura, pH, oxígeno disuelto y dureza mientras la densidad y la turbidez del agua están a mayor distancia.

#### 4.4.3.2. Factores fisicoquímicos de Zona 2-Epoca seca. Laguna Paucarcocha

**Tabla 35**

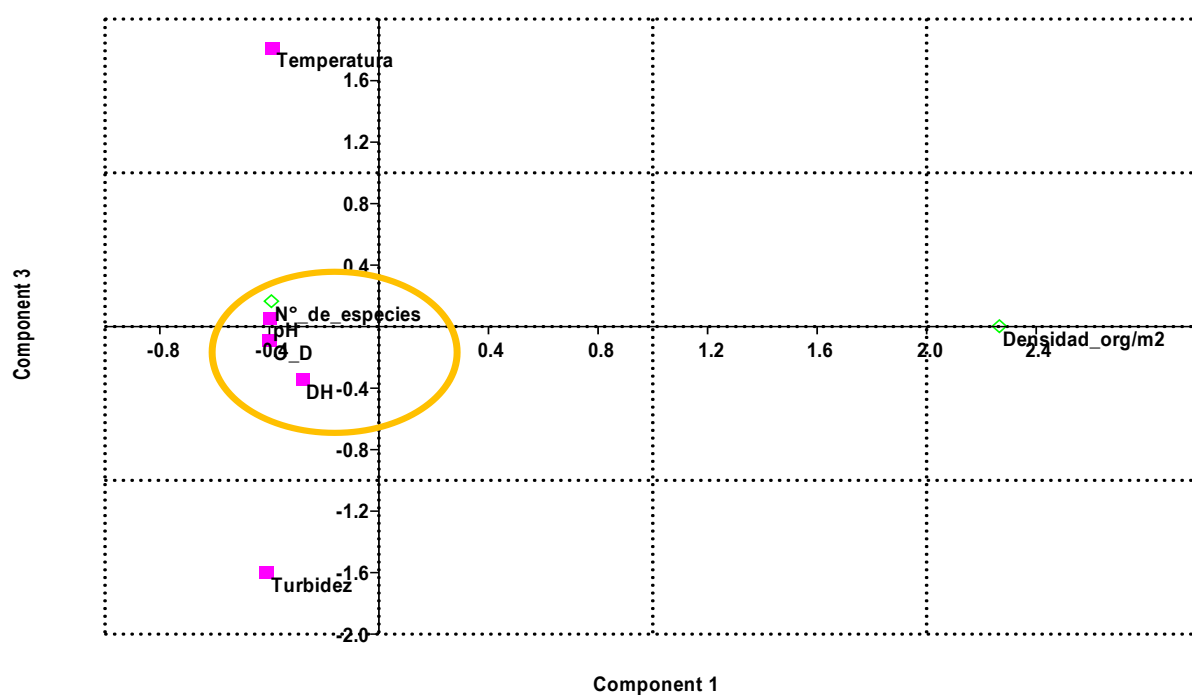
*Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos*

	II° MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIA° MHP	IXA° MHP	XA° MHP	XIA° MHP	XIIA° MHP	XIIIA° MHP
ZONA 2 Época seca	25 jun 2009	23-25 jun 2010	28 jun 2011	27 jun 2012	10-11 jul 2013	27-28 jun 2014	01-02 jul 2015	15-16 jun 2016	26-27 jun 2017	19-22 jun 2018	12-13 jun 2019
Temperatura	16.6	13.2	12.3	9.3	9.5	11.9	9.9	10.4	12.9	11.4	10.6
pH	8.7	8.0	7.8	8.0	8.0	8.0	8.6	6.8	8.2	8.2	7.8
O D	8.5	8.8	8.0	8.0	6.3	6.5	7.4	9.6	9.3	8.0	6.8
DH	85.5	114.0	142.5	193.8		106.9	115.4		102.6	106.9	102.6
Turbidez					0.4	0.3	0.0	0.5	0.9	2.1	1.7
Densidad org/m <sup>2</sup>	306	20285	1443	2705	2073	4868	3866	17986	6391	10260	13145
N° de especies	9	18	11	16	20	21	12	24	28	13	19

En un análisis de correlación de componentes principales tenemos:

**Tabla 36***Principales Componentes Zona 2 Época Seca*

PC	Eigenvalue	% variance
1	10.939100	99.447000
2	0.060677700	0.551620000
3	0.000139087	0.001264400
4	0.000032686	0.000297150
5	0.000000507	0.000004613
6	0.000000131	0.000001187

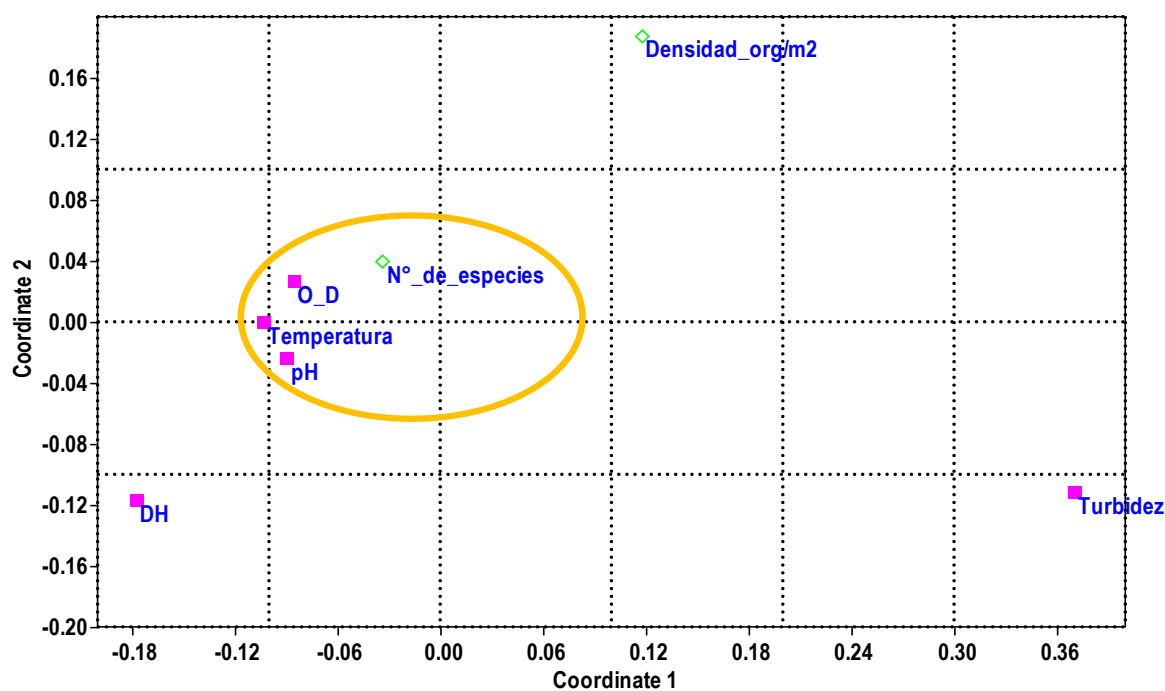
**Figura 72***Figura de Principales Componentes y base de datos utilizada*

0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.389850	-0.162200	1.810900	0.837030	0.920480	-0.370550
pH	-0.397930	-0.417410	0.055000	0.181810	-1.888900	-1.098300
O_D	-0.398340	-0.421640	-0.089251	0.418380	-0.541370	2.080900
Turbidez	-0.277120	2.224200	-0.343270	-0.012427	0.021603	-0.020878
DH	-0.409480	-0.695080	-1.601400	0.711190	1.047100	-0.570390
N° de especies	2.265500	-0.102640	0.002798	0.005351	-0.000176	-0.000041
Densidad_org/m <sup>2</sup>	-0.392730	-0.425240	0.165230	-2.141300	0.441290	-0.020826

Realizando un análisis de Principales Coordenadas por Morosita se tiene:

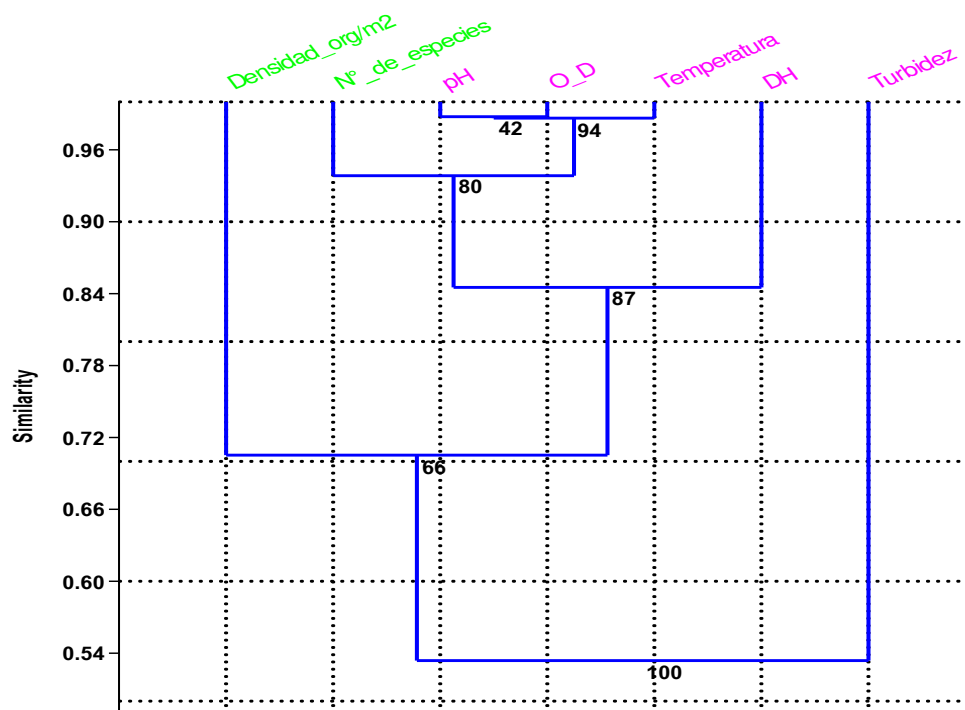
**Tabla 37***Principales Coordenadas en Zona 2 – Época Seca*

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.2095400	73.0150000
2	0.0639640	22.2880000
3	0.0049704	1.7319000
4	0.0001364	0.0475150
5	3.52E-17	1.23E-14
6	-0.0021061	-0.7338800

**Figura 73***Gráfico de Principales Coordenadas por Morosita y base de datos utilizada*

0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.1026600	-0.0004257	0.0162220	-0.0099405	0	0
pH	-0.0895680	-0.0237250	0.0193280	0.0049097	0	0
O_D	-0.0852870	0.0261930	-0.0263470	0.0019654	0	0
Turbidez	-0.1772700	-0.1168600	-0.0314300	0.0006987	0	0
DH	0.3704300	-0.1117700	-0.0003301	-0.0004645	0	0
N°_de_especies	0.1180300	0.1871000	-0.0233420	-0.0001444	0	0
Densidad_org/m <sup>2</sup>	-0.0336630	0.0394960	0.0458990	0.0029756	0	0

Corroborando con un Diagrama de Similaridad por Morosita se tiene:

**Figura 74***Diagrama de Similaridad pro Morosita*

*Nota.* Coeficiente de Morosita: 0.9643. Se observa que el número de especies esta correlacionado con la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH siendo más distante la dureza e independientemente de la turbidez al igual que la densidad.

### Zona 2 - Época Húmeda

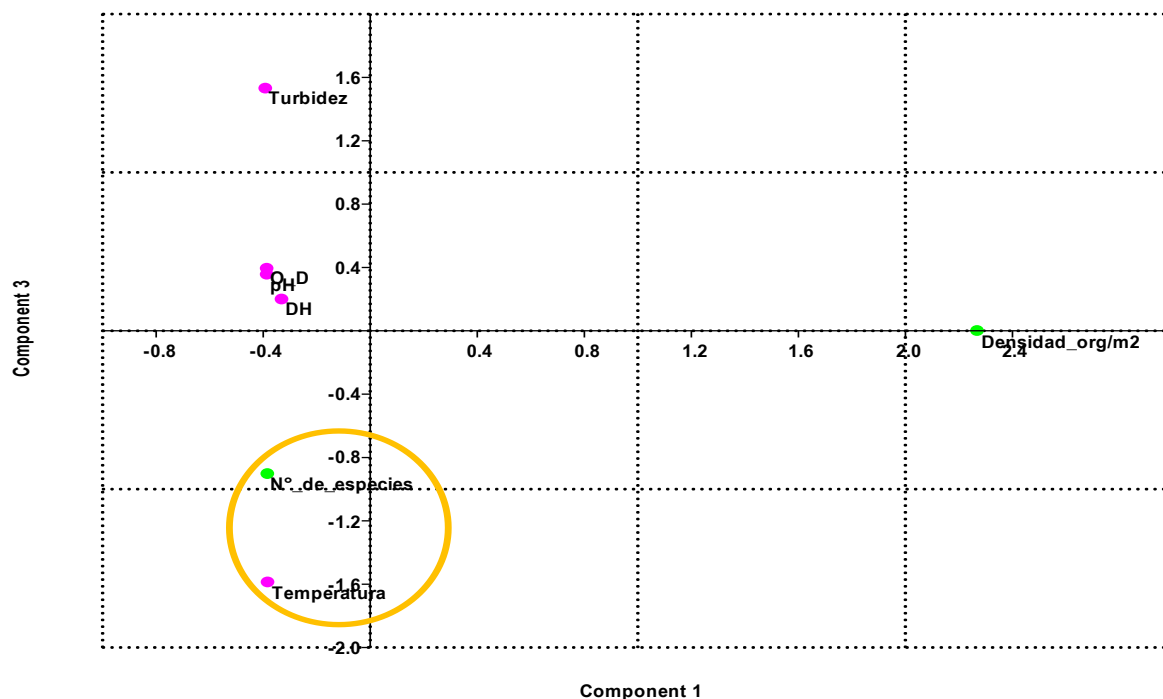
**Tabla 38***Registro de parámetros fisicoquímicos y biológicos*

	I° MHP	III° MHP	VIIB° MHP	VIIIB° MHP	IXB° MHP	XB° MHP	XIB° MHP	XIIB° MHP	XIIIB° MHP
ZONA 2 Época húmeda	27-28 nov 2008	21 nov 2009	04-05 dic 2013	02-03 dic 2014	16-17 dic 2015	15-16 dic 2016	13-15 dic 2017	13-14 dic 2018	04-05 dic 2019
Temperatura	16.2	11.4	11.8	12.6	13.1	11.8	10.2	12.7	14.9
pH	9.0	7.7	7.8	8.6	7.8	9.0	8.6	9.7	7.3
O D	10.0	9.5	7.0	7.3	6.4	6.3	7.3	7.0	6.6
DH	85.5	102.6	85.5	102.6	98.3	77.0	68.4	78.8	64.1
Turbidez			0.8	0.9	0.5	1.5	1.0	5.2	1.5
Densidad org/m <sup>2</sup>	1909	1435	12498	5604	7412	4722	8608	6728	4160
N° de especies	13	8	20	14	15	14	11	15	10

En un análisis de correlación de componentes principales tenemos:

**Tabla 39***Principales Componentes Zona 1 Época Húmeda*

PC	Eigenvalue	% variance
1	0.1514500	84.5720000
2	0.0195130	10.8970000
3	0.0001753	0.0979040
4	0.0000000	0.0000000
5	-2.17E-04	-1.21E-01
6	-0.0018938	-1.0576000

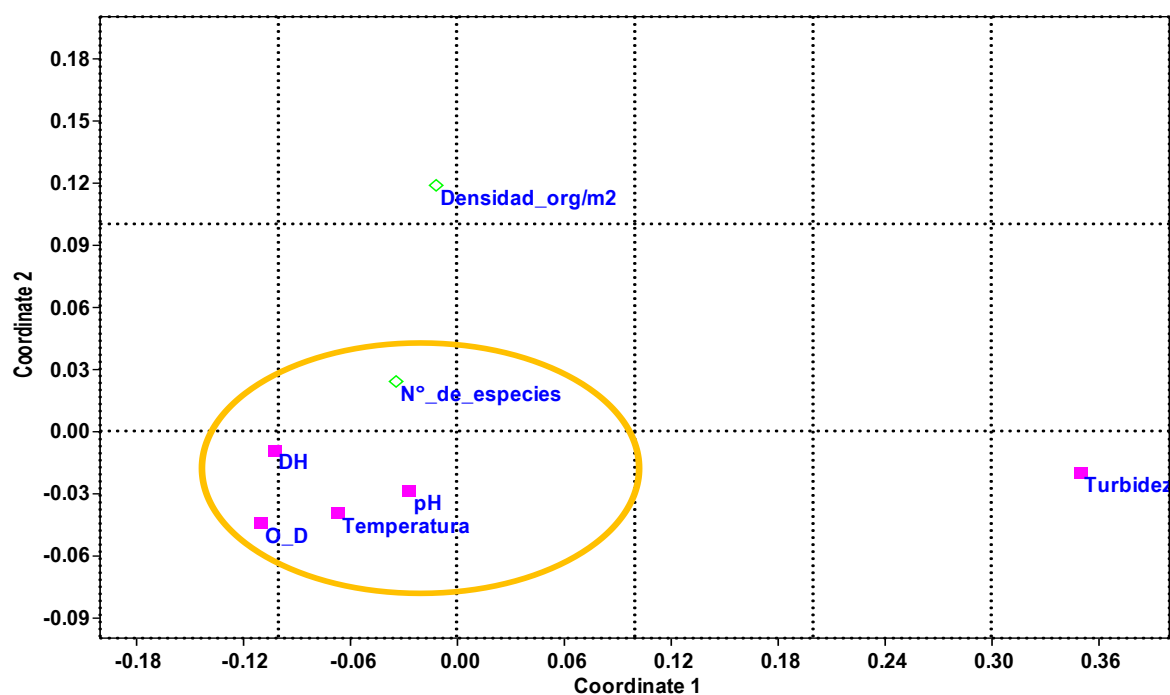
**Figura 75***Gráfica de Principales Componentes y base de datos utilizada*

0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.383880	-0.300440	-1.585800	1.330800	-0.772130	0.152320
pH	-0.387190	-0.429670	0.357430	-0.073230	0.184490	-2.154300
O_D	-0.387180	-0.360460	0.395100	0.665100	1.925200	0.747160
Turbidez	-0.331830	2.229300	0.200750	-0.074103	-0.124900	0.038014
DH	-0.392390	-0.662350	1.532400	0.090598	-1.281900	0.741880
Densidad_org/m <sup>2</sup>	2.267300	-0.047035	0.001592	0.001792	0.000991	0.000047
N°_de_especies	-0.384830	-0.429370	-0.901520	-1.941000	0.068251	0.474920

Realizando un análisis de Principales Coordenadas por Morosita se tiene:

**Tabla 40***Principales Coordenadas en Zona 1 - Época Seca*

Axis	Eigenvalue	Percent
1	0.3961600	89.2820000
2	0.0298980	6.7381000
3	0.0007873	0.1774300
4	0.0000177	0.0039834
5	-1.09E-17	-2.47E-15
6	-0.0030962	-0.6978000

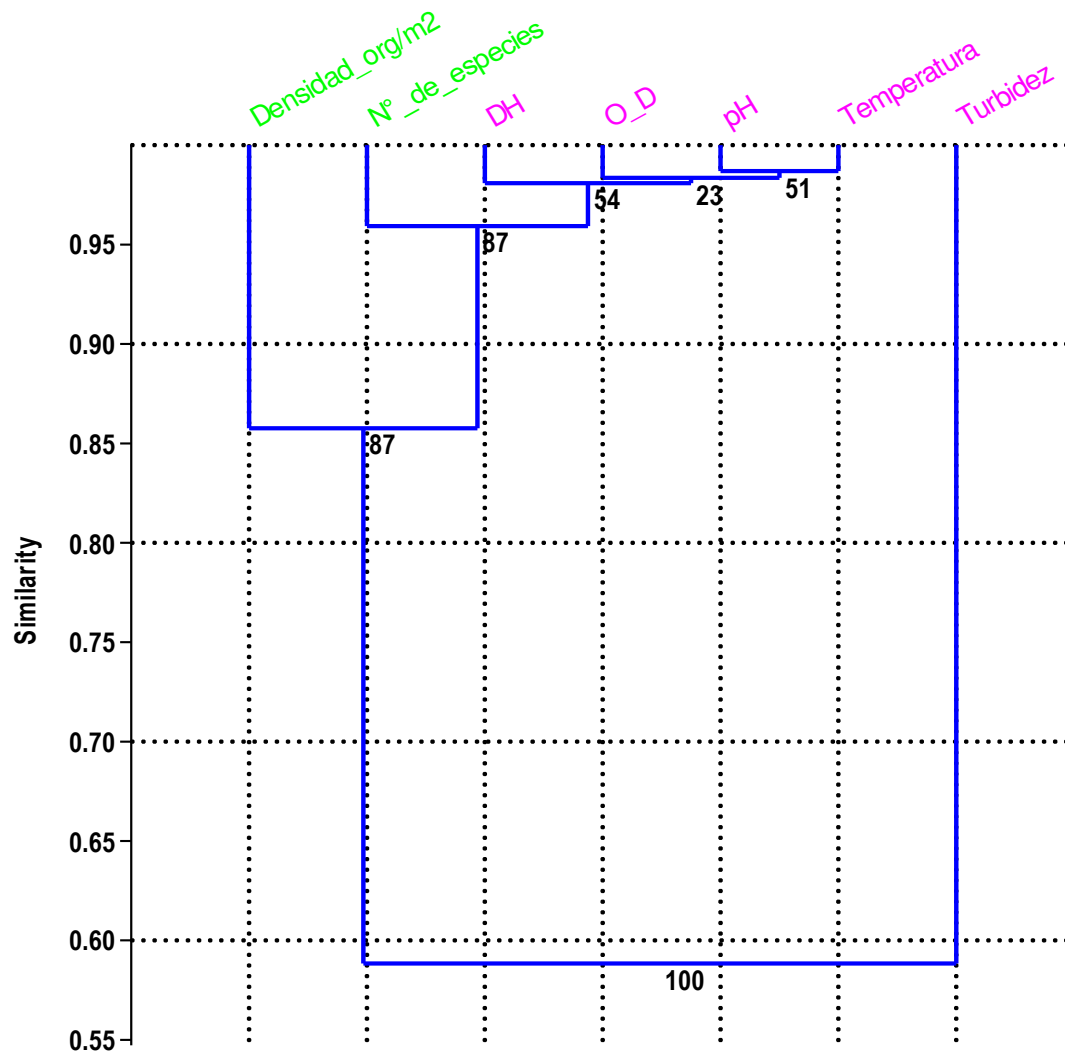
**Figura 76***Gráfica de Principales Coordenadas por Morosita y base de datos utilizada*

0	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Temperatura	-0.0862340	0.0009140	0.0103930	0.0025922	0	0
pH	-0.0269180	0.0195060	-0.0042736	-0.0022524	0	0
O_D	-0.0523790	-0.0627900	0.0122470	0.0001941	0	0
Turbidez	-0.0947920	-0.0452210	-0.0223080	0.0014283	0	0
DH	0.5723000	0.0075632	-0.0000797	-0.0000125	0	0
Densidad_org/m <sup>2</sup>	-0.1501100	0.1406900	0.0003904	0.0000009	0	0
N°_de_especies	-0.1618700	-0.0606580	0.0036310	-0.0019505	0	0

Corroborando con un Diagrama de Similaridad por Morosita se tiene:

**Figura 77**

*Diagrama de Similaridad pro Morosita*



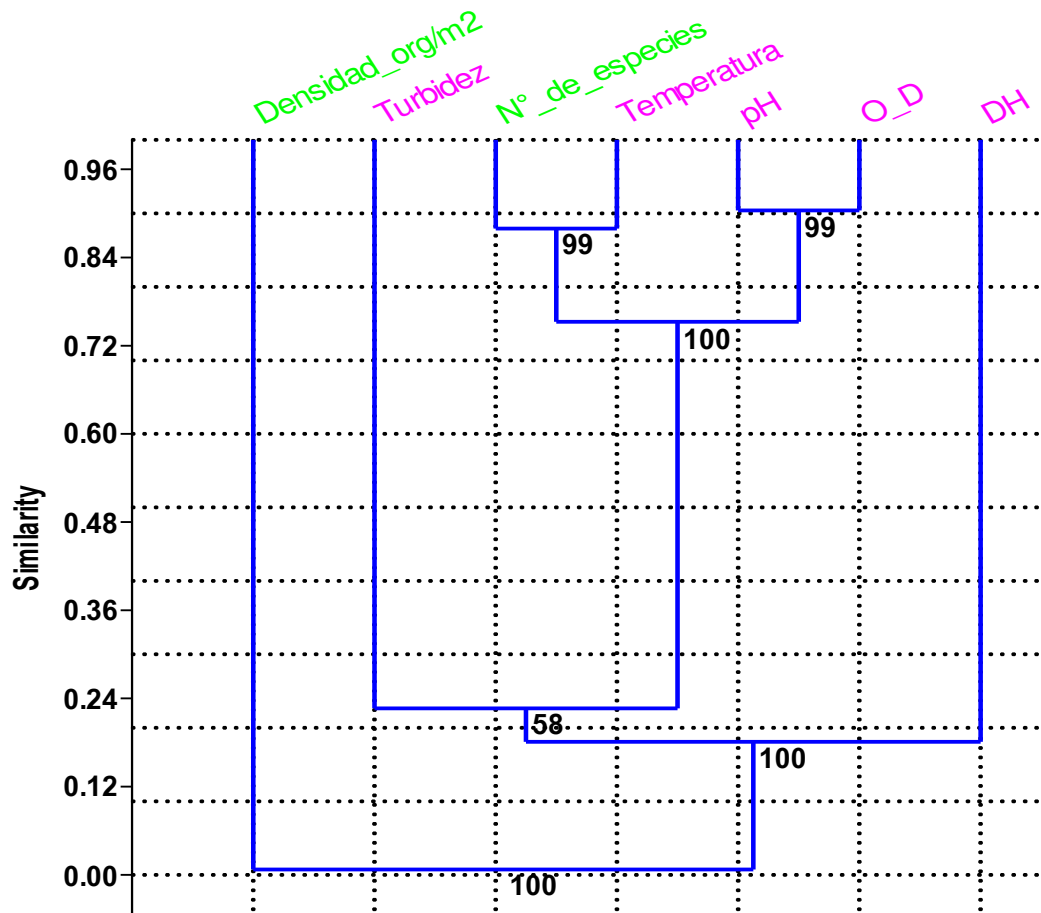
*Nota.* Coeficiente de Morosita: 0.9961

De acuerdo con el diagrama de Similaridad nos muestra que el número de especie está relacionado con la temperatura y el oxígeno disuelto, pH y dureza, y más distante con la turbidez y la diversidad independientemente, al igual que el diagrama de principales coordenadas, sin embargo, en la gráfica de principales componentes está relacionado el número de especies con temperatura.

Para visualizar mejor la correlación de parámetros usamos el método de Similaridad de Bray-Curtis el cual se presenta en la siguiente figura.

Figura 78

Diagrama de Bray-Curtis



Nota. Bray – Curtis: 0.9876

Con el método de Similaridad de Bray-Curtis, se muestra una mayor Similitud del número de especies con respecto a la temperatura y luego con el pH y oxígeno disuelto, teniendo mayor distancia con la turbidez y dureza, estando la densidad independientemente.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las características físicas de los ambientes estudiados dan rasgos importantes de similitud como de particularidad.

En la zona 1 Laguna Paucarcocha se presentan depósitos morrénicos que provienen del río Cañete que son y distribuidos en la parte inicial y media de la laguna formando pequeños enclaves, que forman finalmente hábitats en donde muchos de estos macroinvertebrados viven y forman todo un sistema de convivencia los que son bastante estables, con un sustrato de arena arcillosa sobre todo en las orillas con macrophytas hasta la parte final donde se evidencia cascajo y roca partida.

Esta característica de ambiente alberga de acuerdo con los registros efectuados 31 especies de macroinvertebrados permanentes en ambas épocas del año, presentándose otras 17 especies solo en época seca y 20 especies solo en época húmeda.

Comparativamente con la zona 2 del río Cañete, que parte a la salida del embalse de la laguna, los sedimentos en su inicio predominan el sustrato duro con cascajo disperso en su gran parte y arcilla en su interior con macrophytas esparcida, haciéndose más densa en las orillas, en la parte media se acentúa los canto rodado y limo entre ellas, con presencia en algunas zonas, de raíces de vegetación ribereña, y en el tramo final con un sustrato de grava y cantos rodados esparcidos y rocas grandes en su cauce, que actúan como frentes a la corriente, también con zonas de raíces vegetación terrestre en sus laderas con arena y arcilla en sus orillas y limo en las zonas entre cantos rodados.

Esta zona presenta variación por la velocidad del flujo de agua y variaciones de caudal estacionarios, sin embargo, la presa permite una regulación de caudal que permite cierta estabilidad en muchos lugares del trayecto del río, sobre todo en época seca, que naturalmente era mínimo y le da cierta continuidad espacialmente en los recodos opuestos a la incidencia de la dirección de la corriente, lo que crea también refugios en los que además se depositan macrophytas y en la rivera pastizales donde sus raíces sobresalen

hacia el río, creando un perfecto refugio y hábitat para ellos. El río presenta también recodos, con frentes de cantos rodados y rocas que influyen como frente o barrera en desviar el río hacia uno de los lados, y en ellos se notan más macroinvertebrados.

En su diversidad hay 34 especies que siempre habitan el río en ambas épocas del año, sumándose 27 más solo en época seca donde el caudal es más constante y solo 2 especies más aparecen en época húmeda y esto es debido al aumento del caudal.

La laguna Paucarcocha que es actualmente un embalse, construido a finales del 2010, por la Empresa CELEPSA, ha mantenido caudales regulados, teniéndose un registro de descarga con un caudal promedio máximo de 11,7 m<sup>3</sup>/s para el mes de marzo (época húmeda) y un caudal mínimo de 1,9 m<sup>3</sup>/S para el mes de junio (época seca) que es mayor de lo que naturalmente era.

A pesar de no contar con muchos datos antes de la construcción de la presa, esta permite una densidad y diversidad de macroinvertebrados en la zona, más notoriamente en época seca por mantener un flujo constante.

La laguna Paucarcocha que es actualmente una presa que regula el caudal en época de estiaje para un flujo constante y permanente, a pesar de no contar con muchos datos antes de la construcción de la presa, con la información obtenida, para este caso no presenta un gran cambio a los referidos por algunos autores (Rodríguez de Souza, 2016), y que estos podrían influir en cambios (Gualdoni, Cristina, 2012), y más aun no hubo cambios significativos en cuanto a parámetros físico-químicos Gualdoni & Oberto, (2012), pero si se coincide en parte sobre la composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos (Bunn, Stuart, 2002), encontrándose variantes por épocas de lluvias y época seca, (Gualdoni, & Oberto, 2012), en la densidad y riqueza taxonómica, más por la diferencia de ambientes entre zonas de estudio (Atehortúa Trujillo et al., 2019).

Es también cierto que la presa como tal estabilizo el ambiente del lecho del río Poff et al., (1997), estabilizando en la formación de refugios, pero no lo dicho por Rodríguez de Souza (2017), que podría producir cambios negativos.

Los índices de diversidad funcional y los parámetros fisicoquímicos e índices ambientales considerados, dilucidan las características del sistema formado en los dos ambientes estudiados (laguna – río), correlacionándose la diversidad con la temperatura y oxígeno disuelto, mientras la densidad con el pH y dureza, sin embargo la turbidez que siempre es influyente, no fue determinante, en la densidad de las especies sino el flujo de agua en época húmeda, como factor que si disminuye la diversidad.

De acuerdo a las especies identificadas del año 2008 al 2019 en ambas épocas del año, tenemos 85 especies de macroinvertebrados identificados.

Pese a la variabilidad que puede presentar un ambiente lenticó y lótico, encontramos 50 especies en común entre ambos ambientes lo que indica un isomorfismo de ambientes, pero la laguna se comporta como proveedor de estas especies en común con la zona del río Cañete, donde se ve a pesar de la variación de temporalidad estacional.

El embalse de la laguna actúa como regulador funcional de caudal, para el río, y el río presenta los sustratos duros que actúan como frentes de resguardo y permanencia de los microhábitats formados.

La biodiversidad presente se basa más en los rasgos funcionales de las especies encontradas por las características físicas que exhiben ambos ambientes con 50 especies comunes con su variación estacional.

Pero la característica propia de los ambientes es el diferencial de especies encontradas en donde hay selectivamente 18 especies que solo se encuentran en la laguna y 17 especies solo en el río, que es la particularidad de ambos ambientes, no habiendo el diferencial altitudinal por las estaciones sino por tipo de ambiente.

A diferencia del ambiente de la laguna, la zona del río Cañete, la concentración de materia orgánica (MOPG+MOPF) se recauda en los recodos con los cantos rodados y rocas, que le dan un ambiente de protección y alimentación, ayudados por la vegetación ribereña y macrofitas, formándose microhábitat que resguardan diferentes especies los que en época seca pueden alcanzar para algunas especies mayores densidades (Alba Hincapé & Gonzáles Rey, 2015), como también la dimensión fractal y arquitectura de las macrofitas (Bastidas & Rodríguez, 2017) lo que puede dividir espacios con el *Myriophyllum quítense*, a la salida de la laguna y *Zannichellia andina* con presencia de pastizales en sus laderas en el tramo siguiente sirviendo de estancia provisional, o para colonizarlo, (Alba Hincapé & Gonzáles Rey, 2015), y todo basado en una regulación del caudal dado por el embalse. Sin embargo, esto se altera en época de lluvia, pero conservándose buena parte por los refugios formados que son estables en algunos tramos, sin embargo, en lluvias intensas estas sí se alteran.

Queda claro que la expresión de los ambientes en su diversidad de especies es debido a la dependencia de los microhábitats que se forman y que ellos tienen fuente de alimentación particular almacenado en ellos, dando la variabilidad de especies en ambos sistemas por grupo funcional alimenticio de estos hábitats, teniéndose en común los recolectores-colectores y colectores-filtradores más en el ambiente de la laguna Paucarcocha coincidente con (Motta Díaz et al., 2016) y en las zonas del río Cañete, donde están los recodos y frentes de material rocoso y cantos rodados donde el flujo de agua se hace más lento, el almacenamiento del material orgánico particulado tanto grueso y fino y raspadores del perifiton formado en ella y depredadores en las que predominan en época seca.

## VI. CONCLUSIONES

El río Cañete en su trayectoria, en la zona de Tanta, presenta un ensanchamiento la que da la formación de la laguna Paucarcocha, la cual presenta desde el año 2010 una presa construida por la Empresa CELEPSA, albergando una capacidad promedio de 70 millones de m<sup>3</sup>, que se regula efectuando mediante una descarga controlada en época de estiaje, que permite un flujo constante una mayor estabilidad para el río Cañete.

Los resultados muestran 85 especies identificadas, donde los Arthropoda son los dominantes con un 74,12%, seguido de los Annelida con 10,59% y Nematoda con 7,06%, teniéndose solo 1 especies encontrada para los grupos Platyhelminthes, Cnidaria, Poriphera, Tardigrada, y Nemertea.

La comunidad de macroinvertebrados en época seca para la Zona 1 laguna Paucarcocha, se presenta con una densidad de 388 org/m<sup>2</sup> (2009) a 19876 org/m<sup>2</sup> (2016), con una variación de diversidad de 9 especies (2011) a 18 especies (2013). En la Zona 2 del río Cañete en época seca se registró una densidad de 306 org/m<sup>2</sup> (2009) a 17986 org/m<sup>2</sup> (2016) con una variación de diversidad de 9 especies (2009) a 28 especies (2017).

La comunidad bentónica para la época húmeda en la Zona 1 de la laguna / embalse Paucarcocha se registró 229 org/m<sup>2</sup> (2008) a 8887 org/m<sup>2</sup> (2016) con una diversidad de 10 especies (2018) a 24 especies (2008). En la Zona 2 río Cañete, se registró una densidad de 1909 org/m<sup>2</sup> (2008) a 8608 org/m<sup>2</sup> (2017) y una diversidad entre 8 especies (2009) a 20 especies (2013).

Estos ambientes denotan una diferencia entre ambos, por sus características, en las que la temperatura si determina la densidad y la diversidad registrada con la variación del flujo de agua que es mayor en época húmeda en la zona del río

Esta biodiversidad presente en rasgos funcionales, por las características físicas que exhiben ambos ambientes tienen un diferencial de especies encontrado, donde hay selectivamente 18 especies que solo se encuentran en la laguna y 17 especies solo en el

rio, que es la particularidad de ambos ambientes, debido a las características de ambos ambientes, a pesar de ser regulado el caudal en época seca efectuándose una descarga para mantener un caudal constante, la naturaleza del lecho de río y toda la zona bentónica de la laguna juega un papel importante en la característica y diferenciación del hábitat acuático para los macroinvertebrados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Elaborar más estudios de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes cuencas tomando en cuenta las estaciones naturales para obtener resultados más confiables y la biodiversidad identificándolos a nivel taxonómico válido a género, que permita crear una base de datos para otros tipos de estudios.

## VIII. REFERENCIAS

- Acosta, R., (2009). *Estudio de la Cuenca Altoandina del Río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas*. [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona].  
<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-849873-6.00001-7>  
[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_venes/article/view/1112](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/1112)  
<https://www.bps.go.id/dynamictable/2018/05/18/1337/persentase-panjang-jalan-tol-yang-beroperasi-menurut-operatornya-2014.html>
- Acosta R, Ríos B, Blanca R, Rieradevall M y Prat N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1), pp. 35-64.  
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77955005571&partnerID=40&md5=ce3267e1b9eede8d9e3cbff22a3937c0>
- Acosta, R., y Prat, N. (2018). Pupas podonominae (Diptera: chironomidae) de los ríos altoandinos tropicales. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), pp. 6–27.  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v66i1.28459>
- Aguas Claras ingeniería - Chile. (2008). Anexo 8. informe de bioindicadores. *Informe macroinvertebrados bentónicos registrados en río Caren: cuerpo receptor asociado a proyecto “Piscicultura Alto Caren”*. Región de la Araucanía, Chile, 16.
- Aguirre, J., Rodríguez, J., y Ospina, R. (2012). Deriva de macroinvertebrados acuáticos en dos sitios con diferente grado de perturbación, río Gaira, Santa Marta-Colombia. *Revista Intropica*, 7, pp. 9-19.
- Alba, Á., González, G., y Longo, M. (2016). Macroinvertebrados asociados a macrófitas en la laguna La Virginia, páramo Sumapaz, Colombia. Macroinvertebrates associated with macrophytes in lagoon La Virginia, páramo Sumapaz, Colombia. *Rev. Biota Colombiana*, 17(S02), pp. 3–19. <https://doi.org/10.21068/c2016v17s02a01>

- Alomía, J., Iannacone, J. A., Alvariño, L., y Ventura, K. (2017). Macroinvertebrados Bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del Río Huallaga, Perú. *The Biologist*, 1(2), pp. 65–84. <https://doi.org/10.24039/rtb2017151144>
- Álvarez, M. (2009). *Estudio de la variabilidad espacio-temporal de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas fluviales de Cantabria. Repercusiones para la aplicación de la directiva marco del agua*. [Tesis doctoral, Universidad de Cantabria]
- Arana Maestre, J., y Cabrera Carranza, C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos y caracterización ecológica de los ambientes dulceacuícolas del área de influencia del gasoducto PERÚ LNG en los departamentos de Ica y Huancavelica. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 20(40), pp. 86–93.  
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14394>
- Atehortúa, B., Hernández, E., Aguirre, N., Vélez, F., Serna, J., Ruiz, J., y Monsalve, M. (2019). Medición y análisis de la diversidad de comunidades hidrobiológicas: una perspectiva desde la ingeniería ambiental. *Revista Politécnica*, 15(28), pp. 32–41.  
<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n28a3>
- Ayala, S., Reinoso, W., Calderón, D., Jaramillo, A., y Mesa, D. (2019). Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 16(1), pp. 49–65. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.5191>
- Balmaceda Lozada, J. (2020). Calidad de agua y diversidad de macroinvertebrados acuáticos del río Huancabamba en el tramo presa El Limón, Lambayeque–Perú. *Rev. NOR@NDINA*, 2(1), pp. 14–27.  
<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v2n1p14>

- Bastidas, J., y Rodríguez, B. (2017). *Diversidad y biomasa de macroinvertebrados acuáticos en función de la arquitectura de las macrófitas *Sphagnum aciphyllum* (müll. Hal.) y *Ranunculus flagelliformis* (smith) en la laguna La Virginia, Páramo Sumapaz. Maestría en Ciencias Ambientales. [Tesis maestría, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]*
- Bejarano, M., Jansson, R. y Nilsson, Ch. (2018). Los efectos del hydro-peaking en plantas instaladas la ribera de un río: Una revisión. *Biol. Rev.* 93, pp. 658–673.
- Betancourth, J. (2007). *Análisis estacional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Portoviejo.* [Tesis pregrado, Universidad de Guayaquil] [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/868/1/Análisisestacionaldelascomunidades de macroinvertebrados acuáticos.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/868/1/Análisisestacionaldelascomunidades%20de%20macroinvertebrados%20acuáticos.pdf)
- Bunn, S. y Arthington, A., (2002). Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity *Rev. Environmental Management* 30, p. 492. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2737-0>
- Bustamente, Y. (2020). *Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos en el río Yanayacu, Chota- Cajamarca 2019.* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota] <https://hdl.handle.net/20.500.14142/146>
- Canchapoma, K., Casas, K., Palacin, A., Rojas, D., y Vargas, I. (2016). La biodiversidad de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en los ríos de Junín. *Rev. Ingenium*, 01(02), pp. 35–39. <https://doi.org/10.18259/ing.2016012>
- Cárdenas-Calle, M., y Mair, J., (2014). Caracterización de macroinvertebrados bentónicos de dos Ramales estuarinos afectados por la actividad industrial, Estero salado-Ecuador. *Rev Intropica del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 9(1), pp. 118-128. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5111583.pdf>

- Carranza, E. (2020). *Variabilidad espacial de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos acuáticos en un gradiente longitudinal del río Chotano - 2019*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R., Ayala, Y., Arana, J., y Aponte, H. (2020). Macroinvertebrados acuáticos en arroyos asociados con bofedales altoandinos, Ayacucho Perú. *Revista de Biología Tropical*, 68(S2).  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44344>
- Castillo-Velásquez, R. y Huamantínco-Araujo, A. (2020). Variación espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona litoral del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú. *Revista de Biología Tropical*, 68(1), pp. 50–68.  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.35233>
- Cementos Lima SAC. (1998). Estudio Hidrológico del Río Cañete. Consultora Pacific S.A.
- CELEPSA, (2008). I° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2009). II° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2009). III° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2010). IV° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2011). V° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2012). VI° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2013). VII-A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2013). VII-B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2014). VIII-A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete - Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2014). VIII-B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2015). IX-A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2015). IX - B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.

- CELEPSA, (2016). X - A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2016). X - B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2017). XI-A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2017). XI - B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2018). XII-A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2018). XII-B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, (2019). XIII-A° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- CELEPSA, 2019. XIII-B° Monitoreo Hidrobiológico del río Cañete – Embalse Paucarcocha.
- Chala, W., Garcia, D., Mosquera, M., Caicedo, K., Palacios, J., Castro, A., y Guerrero, J. (2003). Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la Quebrada La Bendición, Municipio de Quibdó (Chocó, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 8(2), pp. 23–30.
- Cruz- Miranda, L., y Alegre-Palomino, C. (2021). Comunidad de macroinvertebrados en el río Hatunmayo. *Rev. Cantua* 16, pp. 44–53. <https://doi.org/10.51343/cantu.v16i0.631>
- Custodio, M., 2013.: *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín – Perú*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Centro del Perú]
- Custodio Villanueva, M., Cosme, F., y Zapata, C. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. *Rev. Scientia Agropecuaria*, 7(1), pp. 33–44.
- [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172016000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172016000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- ERM Perú S.A., (2007). *Plan de Manejo Ambiental del embalse Laguna Paucarcocha. Proyecto Hidroeléctrico El Platanal*. Consultora Environmental Resources Management

- Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya E., y Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76(2), pp. 275-285. DOI: 10.4067/s0716-078x2003000200012
- Ferru, M., y Fierro, P. (2015). Estructura de macroinvertebrados acuáticos y grupos funcionales tróficos en la cuenca del río Lluta, desierto de Atacama, Arica y Parinacota, Chile. *Rev. IDESIA Volumen* 33(4), pp. 47-54.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000400007>
- Gallozo-Huerta, A., y Yauri-Cochachin, J. (2017). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, relacionados con metales pesados en la subcuenca Yanayacu - Ancash, Setiembre 2015 - Abril 2016*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].  
<https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=1cc8fe33-6cc7-8165-74be-624a57978aac&documentId=86ddc021-b5d9-3273-982c-4740438fca70>
- García-Ríos, R., Moi, D., y Peláez, O. (2020). Efectos del gradiente altitudinal sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en dos períodos hidrológicos en un río altoandino neotropical. *Rev. Ecología Austral*, 30(1), pp. 33–44.  
<https://doi.org/10.25260/ea.20.30.1.0.995>
- Gómez, S., Salazar, C., & Longo, M. (2016). Diversidad y biomasa de macroinvertebrados asociados a cuatro tipos de sustratos en la laguna La Virginia, páramo Sumapaz, Colombia. *Rev. Biota Colombiana*, 17. <https://doi.org/10.21068/C2016v17s02a02>
- Gualdoni, C., y Oberto, A. (2012). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina): Análisis previo a la construcción de una presa. *Rev. Iheringia - Serie Zoología*, 102(2), pp. 177–186.  
<https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000200010>
- Hahn-von Hessberg, C., Toro, D., Grajales-Quintero, D., Duque-Quintero, G., y Serna-Uribe, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y

- fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* 13(2), pp. 89-105.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682009000200007&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682009000200007&script=sci_arttext&tlng=es)
- Huanachin-Quispe, A., y Huamantínco-Araujo, A. (2018). Composition and structure of water beetles community (Insecta: Coleoptera) along an altitudinal gradient, Cusco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 25(2), pp. 131–140.  
<https://doi.org/10.15381/rpb.v25i1.13818>
- Iannacone, J., Alvaríño, L., Roobert, J.-R., & Argota, G. (2013). Diversidad del plancton y macrozoobentos como indicador alternativo de calidad de agua del río Lurín en el distrito de Cieneguilla, Lima-Peru. *The Biologist (Lima)*, 11(1), pp. 79–95.  
<https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/432/383>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], (1985). Estudio geodinámico de la cuenca del río Cañete. *Boletín N° 08*
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], (2000). *Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Cañete*. Dirección General de aguas y suelos de INRENA y ATDR (Administración Técnica del Distrito de Riego) Mala-Omas-Cañete.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], (2006). Plan Maestro 2006-2011. *Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás. Julio 2006*. INRENA – Programa PAN Cooperación Alemana.  
<https://dokumen.tips/documents/plan-maestro-reserva-paisajista-nor-yauyos-cochas.html?page=3>
- Agencia de Cooperación Internacional de Japón y Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima [JICA-SEDAPAL], (1999). *Plan Maestro Integral de la Cuenca del Río Cañete*.

- Jacobsen, D., Schultz, R. y Encalada, A. (1997): Structure and diversity of stream macroinvertebrates assemblages: the effect of temperature with altitude and latitude. *Rev. Freshwater Biology* 38, pp. 247-261.
- Jiménez-González D., Murillo-García, K., y Ríos-Pulgarín M. (2021). Caracterización fisicoquímica e hidrobiológica de tres ecosistemas kársticos de la cuenca del río Magdalena (Antioquia, Colombia) durante el ciclo hidrológico 2016-2017. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* Mar 20.  
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1260>
- Jauregui, D. (2019). *Determinación de la calidad del agua empleando macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en el río Sendamal, Celendín*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cajamarca]  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3299>
- Llasha López, J. (2016). *Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos en las microcuencas de Huacamarcanga, La Arena y Tres Cruces; La Libertad, julio - diciembre 2015*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]
- Longo, M., Zamora, H., Guisande, C., y Ramirez, J. (2010). Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia): Respuesta a los cambios estacionales de caudal. *Rev. Limnetica*, 29 (2), pp. 195-210.
- Magnolia, L., Hildier, Z., Cástor, G., y Jairo Ramírez, J. (2010). Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia): Respuesta a los cambios estacionales de caudal. *Limnetica*, 29(2), pp. 195–210.
- Mendoza, W., Cano, A., (2011). Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Rev. peru biol.* 18(2), pp. 197-200.
- Meza, A., Rubio, J., Gomes-Días, L., y Walteros-Rodríguez, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Rev. Caldasia* 34(2), pp. 443-456.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39163/41024>

Medina-Tafur, C., Hora-Revilla, M., Asencio-Guzmán, I., Pereda- Ruíz, W., y Gabriel-Aguilar, R. (2010). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú. 2008. *Rev. Sciendo*, 13(2), p. 15.

Ministerio del Ambiente [MINAM], (2011). *Inventario y evaluación del Patrimonio Natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas. Julio 2011.*

Motta, A., Ortega, L., Niño, Y., y Aranguren, N. (2016). Macroinvertebrados acuáticos en un arroyo tropical (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), pp. 425-433. Julio-diciembre.

<https://www.researchgate.net/profile/Nelson-Aranguren->

Riano/publication/317472209\_FUNCTIONAL\_FEEDING\_GROUPS\_OF\_AQUATIC\_MACROINVERTEBRATES\_IN\_A\_TROPICAL\_STREAM\_COLOMBIA/links/5b30fdb64585150d23d02fec/FUNCTIONAL-FEEDING-GROUPS-OF-AQUATIC-MACROINVERTEBRATES-IN-A-TROPICAL-STREAM-COLOMBIA.pdf .

Moya, N., François-Marie, G., Oberdorff, T., Rosales, C., y Domínguez, E. (2009). Comparación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos intermitentes y permanentes del altiplano boliviano: implicaciones para el futuro cambio climático. *Ecología Aplicada*, 8(1-2), p. 105.

<https://doi.org/10.21704/rea.v8i1-2.387>

Oscoz, J., y Escala, M. C. (2006). Efecto de la contaminación y la regulación del caudal sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del tramo bajo del río Iarraun (Norte de España). *Rev. Ecología*, 20, pp. 245-256.

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_REPN%2FECO\\_2006\\_20\\_245\\_256.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REPN%2FECO_2006_20_245_256.pdf)

- Oyanedel, A., Valdovinos, C., Azócar, M., Moya, C., Mancilla, G., Pedreros, P., Figueroa R. (2008). Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del Río Aysen (Patagonia Chilena). *Rev. Gayana* 72(2), pp. 241-257.
- Paredes, Christian; Iannacone, J., y Alvarino, L. (2005). Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rimac, Lima-Callao, Peru. *Rev. Colomb. Entomol.* 31(2), July/Dec.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882005000200019&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882005000200019&nrm=iso)
- Paredes, C., Iannacone, J., y Alvarino, L. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Peru. *Rev. per. Ent.*, 44, pp. 107-118.
- Pimentel, H. F. (2014). *Análisis desde la perspectiva de los índices bióticos, ECA-Agua y manejo adaptativo; usando macroinvertebrados bentónicos en ríos altoandinos. Camisea 2009-2012*, [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]  
[http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1906/P10\\_P55-T.pdf?sequence=1](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1906/P10_P55-T.pdf?sequence=1) .
- Poff, N. L.; Allan, J., Bain, M., Karr, J., Prestegard, K., Richter, B., Sparks, R., y Stromberg, J. (1997). The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *Rev. BioScience*, (47), Issue 11,1, pp. 769–784.  
<https://doi.org/10.2307/1313099> 47-11-769.pdf (silverchair.com)
- Ponton, J. F. (2012). *El rol de los macroinvertebrados acuáticos en la descomposición de hojarasca en ríos altoandinos tropicales*. [Tesis pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2263/1/103331.pdf>
- Portilla, N. (2015). Distribución espacial y temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada La Cascajosa - Garzón (Huila). *Rev. Entornos*, 28(1).

<https://doi.org/10.25054/01247905.1224>

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., Rieradevall, M. (2009). *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. E. Domínguez y H.R. Fernández (Eds). Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina (en prensa)

[www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf](http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf)

Prat, N., Rios, B., Acosta, R., y Rieradevall, M. (2009). *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas*. Chapter (20) in Book: Dominguez E. & Fernandez H. 2009. *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos - Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina

[https://www.researchgate.net/profile/Narcis-](https://www.researchgate.net/profile/Narcis-Prat/publication/255632705_LOS_MACROINVERTEBRADOS_COMO_INDICADORES_DE_CALIDAD_DE_LAS_AGUAS/links/5714917208ae39beb87cf744/LOS-MACROINVERTEBRADOS-COMO-INDICADORES-DE-CALIDAD-DE-LAS-AGUAS.pdf)

[Prat/publication/255632705\\_LOS\\_MACROINVERTEBRADOS\\_COMO\\_INDICADORES\\_DE\\_CALIDAD\\_DE\\_LAS\\_AGUAS/links/5714917208ae39beb87cf744/LOS-MACROINVERTEBRADOS-COMO-INDICADORES-DE-CALIDAD-DE-LAS-AGUAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Narcis-Prat/publication/255632705_LOS_MACROINVERTEBRADOS_COMO_INDICADORES_DE_CALIDAD_DE_LAS_AGUAS/links/5714917208ae39beb87cf744/LOS-MACROINVERTEBRADOS-COMO-INDICADORES-DE-CALIDAD-DE-LAS-AGUAS.pdf)

Ríos, B. (2008). *Comunidades de macroinvertebrados en un río altoandino: Importancia de microhábitat, dinámica de la deriva, papel de la materia orgánica y relevancia a la ovoposición*. [Trabajo doctoral, Universitat de Barcelona]

Rodríguez, A., y Gutierrez, S. (2014). Diversidad de la subfamilia Campopleginae - Ichneumonidae (Hymenoptera) en la cuenca del Río Cañete - Lunahuaná, Perú. *Rev. Ecol. Aplicada* 13(2), pp. 147-152. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina,

Rodríguez de Souza, N., Sousa-Fontes, A., Dantas da Luz, L., y Conceição-Pinheiro, S. (2017). Identificación del grado de impacto de las represas sobre el régimen

- hidrológico en ríos del semiárido: una evaluación del método DHRAM. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH* 22 (3), 16 p.  
<https://doi.org/10.1590/2318-0331.011716093>
- Roldán, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 23(88), pp. 375-387.
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), pp. 254-274.  
<https://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>.
- Santos, M., (2017). *Variabilidad de los factores físicoquímicos del agua y su influencia sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en dos microcuencas del río El Ángel. Quito-Ecuador*. [Tesis pregrado, Universidad de los Andes]
- Salcedo, S., Artica, L., y Florencia, A. (2013). Macroinvertebrados Oxapampa Perú. Universidad Continental, *Rev Apunt. cienc. soc.* 3(2), pp. 124-139 . Julio - Diciembre  
[https://www.researchgate.net/publication/287844811\\_Macroinvertebrados\\_bentonicos\\_como\\_indicadores\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_agua\\_en\\_la\\_microcuenca\\_San\\_Alberto\\_Oxapampa\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/287844811_Macroinvertebrados_bentonicos_como_indicadores_de_la_calidad_de_agua_en_la_microcuenca_San_Alberto_Oxapampa_Peru)
- Silva, M. (2018). *Caracterización ecológica de la fauna de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas, Ayacucho, Perú*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Soares, L.; Santos, H.; Martinez-Capel, F.; Callisto, M.; Tupinambás, T.; Castro, D.; França, J.; Pompeu, P.; Sampaio, F.; Gandini, C. L. J. V.; Alvez, C. (2015). Metodología para la propuesta de caudales ecológicos em función de restricciones ambientales y de gestión. *Rev. Aqua-LAC.*, 7(2), pp. 17-28.

- Soria, I. (2016). *Evaluación de la calidad ecológica del Río Jatunhuayco en la zona asociada a La captación Jatunhuayco (Epmaps) utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua*. [Tesis pregrado, Escuela Politécnica Nacional].  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16736/1/CD-7332.pdf>
- Tapia, L., Sánchez, T., Baylón, M., Jara, E., Arteaga, C., Maceda, D., y Salvatierra, A. (2018). Invertebrados Bentónicos Como Bioindicadores De Calidad De Agua En Lagunas Altoandinas Del Perú Benthic Invertebrates As Bioindicators of Water Quality in Lagoons Altoandins of Peru. *Rev. Ecología Aplicada*, 17(2), pp. 149–163.  
<https://doi.org/10.21704/rea.v17i2.1235>
- Tamaris-Turizo, C., Rodríguez-Barrios, J., y Ospina-Torres, R. (2013). Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la sierra nevada de Santa Marta, Colombia. *Rev. Caldasia* 35(1), pp. 149-163  
<http://www.icn.unal.edu.co/>
- Trama, F., Gustavson, S., Demarcy, L., Cardozo, L., Palomino, B., Ccuro, F., Alvarado, J., Rizo Patrón, F. (2020). Habitat quality indexes y macroinvertebrates in seven Basins of the Yanachaga Chemillén National Park and its Buffer Zone: Conservation and management of the riparian forest in Peru. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), pp. 149–168. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16730>
- Urdanigo, J., Ponce M., Cajas, C., (2019). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en quebradas con diferente cobertura ribereña en el bosque Protector Murocomba, Ecuador. *Revista de Biología Tropical* 67(4), pp. 861-878.  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.35190>
- Vásquez-Valerio, M., y Medina-Tafur, C. (2015). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014. *Rev. REBIOL*, 35(2), pp. 75–89.

- Vela, C. (2018). *Patrones de distribución de macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad ecológica del agua en la microcuenca del río Ventilla, Chachapoyas, Amazonas, 2018*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza].
- Velásquez, M. (2018). *Macroinvertebrados Bentónicos Como Bioindicadores de Calidad de Agua En Lagunas de La Cabecera de Cuenca del Río Rímac y Cuenca Del Mantaro de la Región Central del Perú, 2015*. [Tesis maestría, Universidad Nacional del Santa].
- Vera-Sánchez, D., y Pinilla-Agudelo, G. (2020). Aproximación preliminar a un índice multimétrico de macroinvertebrados (IMARBO) para evaluar el estado ecológico de ríos de las cuencas alta y media del río Chicamocha en Boyacá, Colombia. *Rev. Gestión y Ambiente* 23(1), pp. 37-55.  
<https://doi.org/10.15446/ga.v23n1.83792>
- Villamarín C., (2009). *Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de calidad de agua con índices multi numéricos*. [Tesis doctoral Universitat de Barcelona]
- Villamarín C., Prat N., Rieradevall M., (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos alto andinos tropicales de Ecuador y Perú. *Rev. Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(5), pp. 1072-1086.
- Walsh Perú, (1999). *Diagnóstico Ambiental para el EIA - Proyecto Hidroeléctrico El Platanal Volumen I - II febrero 1999* Walsh Perú.

## **IX. ANEXOS.**

Anexo 1. Definición de términos

Anexo 2. Biodiversidad

Anexo 3. Diversidad presente por zona y época (seca / húmeda)

Anexo 4. Descarga de la laguna Paucarcocha

Anexo 5. Registro de parámetros fisicoquímicos

### **Anexo 1. Definición de términos**

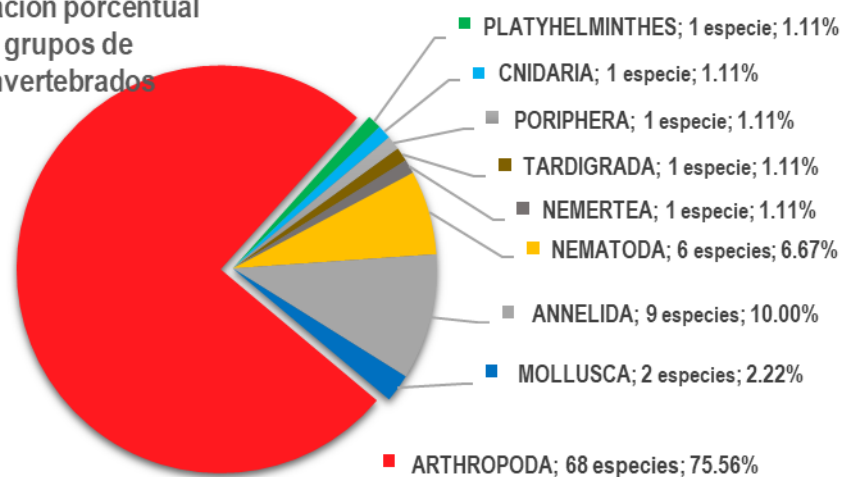
- Comunidades hidrobiológicas: Conjunto de organismos acuáticos formado por diferentes grupos asociados a características biológicas en un hábitat acuático presente en la cuenca.
- Comunidad bentónica. Organismos que conforman las diversas poblaciones que se caracterizan en habitar en los sedimentos acuáticos y sobre ellos.
- Tufa: Roca porosa (de forma esponjosa) compuesta de carbonato de calcio formado por precipitación de aguas subterráneas alrededor de manantiales o de una superficie de lago.
- Travertino: roca sedimentaria de origen parcialmente biogénico, formada por depósitos de carbonato de calcio, en las zonas kársticas que se encuentran en la cuenca alta del río cañete, formadas por el agua que disuelve la roca y se carga de carbonato de calcio, con la formación de simas y cuevas.
- Diversidad y densidades: Número de poblaciones de organismos y especies distintas.
- Patrones de distribución: Referido a especies de organismos en su posición espacial pudiendo estar confinadas a puntos geo figuras de pocos km<sup>2</sup>, mientras otros a lo largo de la cuenca.
- Reófilo: Organismos que viven en aguas rápidas.
- Riqueza de especies: Número de especies en una muestra o hábitat.

## ANEXO 2: BIODIVERSIDAD

Listado taxonómico de los macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones monitoreadas del año 2008 al 2019.

	Clase	Orden	Familia	Especies
PLATYHELMINTHES	1	1	1	1
CNIDARIA	1	1	1	1
PORIPHERA	1	1	1	1
TARDIGRADA	1	1	1	1
NEMERTEA	1	1	1	1
NEMATODA	1	2	4	6
ANNELIDA	1	4	6	9
MOLLUSCA	2	2	2	2
ARTHROPODA	6	14	34	65

Representación porcentual de los grupos de macroinvertebrados



Elaboración: Propia

## 1. PHYLUM PLATYHELMINTHES

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
PLATYHELMINTHES	TURBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	<i>Dugesia sp.</i>



*Dugesia sp.*

## 2. PHYLUM CNIDARIA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
CNIDARIA	HYDROZOA	ANTHOATHECATAE	HYDRIDAE	<i>Hydra sp.</i>

## 3. PHYLUM PORIPHERA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
PORIPHERA	DEMOSPONGIAE	SPONGILLIDA	SPONGILLIDAE	<i>Spongilla sp.</i>

#### 4. PHYLUM TARDIGRADA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
TARDIGRADA	EUTARDIGRADA	MACROBIOTIDA	MACROBIOTIDAE	<i>Macrobotus sp.</i>



*Macrobotus sp.*

#### 5. PHYLUM NEMERTEA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
NEMERTEA	HOPLONERTEA	MONOSTILIFERA	PROSTOMATIDAE	<i>Prostoma sp.</i>

## 6. PHYLUM NEMATODA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	
NEMATODA	ADENOPHOREA	DORYLAIMIDA	DORYLAIMIDAE	<i>Thornia sp.</i>	
				<i>Actinolaimus sp.</i>	
				<i>Dorylaimus sp.</i>	
		ENOPLIDA	ACTINOLAIMIDAE	<i>Actinolaimus sp.</i>	
				TRIPYLIDAE	<i>Tobrilus sp.</i>
				IRONIDAE	<i>Ironus sp.</i>



*Dorylaimus sp.*

## 7. PHYLUM ANNELIDA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
ANNELIDA	CLITELLATA	LUMBRICULIDA	LUMBRICULIDAE	<i>Eclipidrilus sp.</i>
		HAPLOTAXIDA	ENCHYTRAEIDAE	<i>Enchytraeus sp.</i>
			NAIDIDAE	<i>Chaetogaster limnaei</i>
				<i>Nais sp.</i>
				<i>Pristina sp.</i>
			TUBIFICIDAE	<i>Tubifex sp.</i>
		<i>Limnodrilus sp.</i>		
		RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Helobdella stagnalis</i>
OPISTHOPORA	LUMBRICIDAE	<i>Eiseniella tetraedra</i>		



*Eclipidrilus sp.*



*Helobdella stagnalis*



*Tubifex sp.*



*Nais sp.*



## 8. PHYLUM MOLLUSCA

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
MOLLUSCA	GASTROPODA	BASOMMATOPHORA	PLANORBIDAE	<i>Helisoma sp.</i>
	BIVALVIA	VENEROIDA	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium forbesi</i>



*Helisoma sp.*



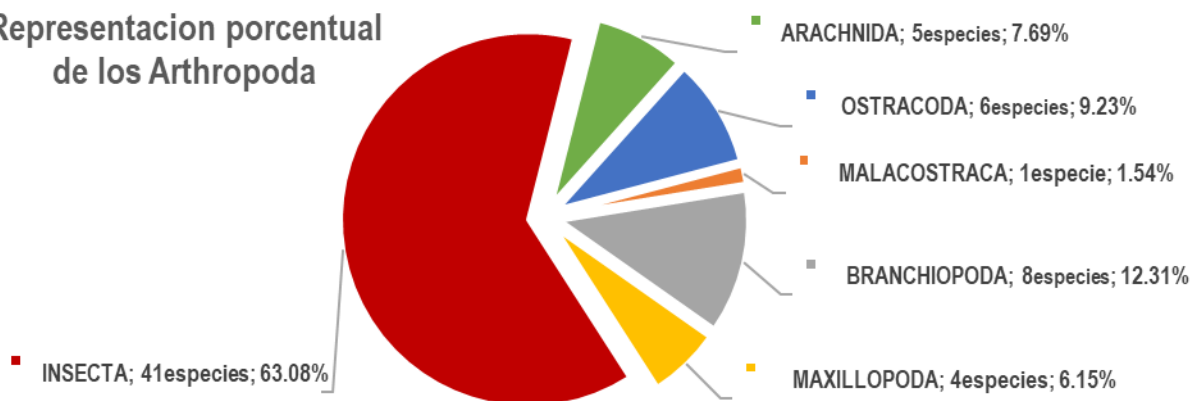
*Sphaerium forbesi*

## 9. PHYLUM ARTHROPODA

El Phylum Artrópoda es el más representativo, compuesto por 6 Clases 35 familias y 67 especies identificadas

	Orden	Familia	Especies
OSTRACODA	1	3	6
MALACOSTRACA	1	1	1
BRANCHIOPODA	2	5	8
MAXILLOPODA	3	3	4
INSECTA	5	18	41
ARACHNIDA	2	4	5

Representación porcentual de los Arthropoda



### 9.1. CLASE OSTRACODA

Clase	Orden	Familia	Taxón
OSTRACODA	PODOCOPIDA	CYPRIDIDAE	<i>Cyprinotus sp.</i>
			<i>Chlamydotheca sp.</i>
			<i>Herpetocypris sp.</i>
			<i>Potamocypris sp.</i>
		DARWINULIDAE	<i>Darwinula sp.</i>
LIMNOCYThERIDAE	<i>Limnocythere sp.</i>		



*Cyprinotus sp.*



*Potamocypris sp.*

### 9.2. CLASE MALACOSTRACA

Clase	Orden	Familia	Taxón
MALACOSTRACA	AMPHIPODA	HYALELLIDAE	<i>Hyaella sp.</i>



*Hyaella sp.*

## 9.3. CLASE BRANCHIOPODA

Clase	Orden	Familia	Taxón
BRANCHIOPODA	DIPLOSTRACA	CLADOCERA	<i>Chydorus sp.</i>
		DAPHNIDAE	<i>Daphnia pulex</i>
			<i>Simocephalus vetulus</i>
		MACROTHRICIDAE	<i>Macrothrix montana</i>
		CHYDORIDAE	<i>Camptocercus aloniceps</i>
	<i>Alona cambouei</i>		
	<i>Pleuroxus sp.</i>		
ANOMOPODA	DAPHNIDAE	<i>Simocephalus vetulus</i>	

*Alona cambouei*

## 9.4. CLASE MAXILLOPODA

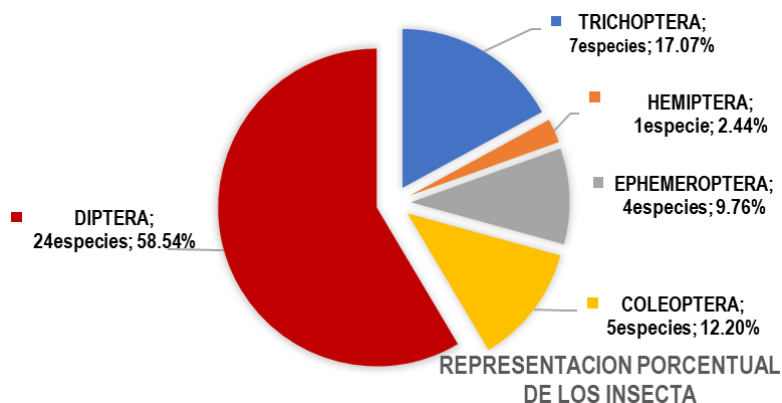
Clase	Orden	Familia	Taxón
MAXILLOPODA	CALANOIDA	CENTROPAGIDAE	<i>Boeckella sp.</i>
	CYCLOPOIDA	CYCLOPIDAE	<i>Metacyclops leptopus</i>
			<i>Paracyclops fimbriatus</i>



*Boeckella sp.*

## 9.5. CLASE INSECTA

La Clase Insecta, es la más diversa presentándose 5 ordenes 18 familias y 41 especies registradas, siendo la más abundante la familia Chironomidae con 16 especies



Clase	Orden	Familia	Taxón
INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	<i>Atopsyche sp.</i>
		HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche sp.</i>
		HYDROPTILIDAE	<i>Ochrotrichia sp.</i>
			<i>Oxyethira sp.</i>
		LEPTOCERIDAE	<i>Nectopsyche sp.</i>
		LIMNAPHILIDAE	<i>Anomalocosmoecus illiesi</i>
	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila sp.</i>	
	HEMIPTERA	CORIXIDAE	<i>Ectemnostegella sp.</i>
	EPHEMEROPTERA	CAENIDAE	<i>Caenis sp.</i>
		BAETIDAE	<i>Andesiops sp.</i>
			<i>Baetodes sp.</i>
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Thraulodes sp.</i>	
	COLEOPTERA	ELMIDAE	<i>Austrelmis sp.</i>
			<i>Heterelmis sp.</i>
			<i>Microcylloepus sp.</i>
<i>Promoresia sp.</i>			
<i>Stenelmis sp.</i>			



*Baetodes sp.*

*Caenis sp.*

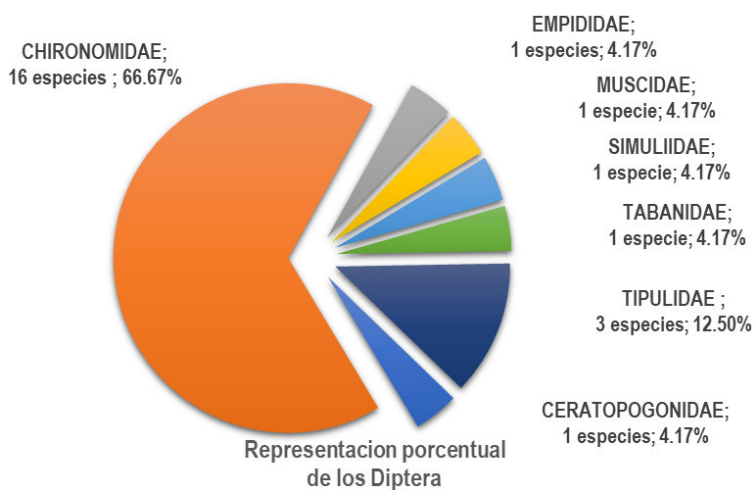


*Microcylloepus sp.*

*Hydropsyche sp.*

*Ochrotrichia sp.*

El grupo de los Dípteros se compone de 07 familias con 24 especies registradas siendo la más diversa la familia Chironomidae con 16 especies.



Clase	Orden	Familia	Taxón
INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	<i>Palpomyia sp.</i>
		CHIRONOMIDAE	<i>Cricotopus sp.</i>
			<i>Camptocladius sp.</i>
			<i>Eukiefferiella sp.</i>
			<i>Corynoneura sp.</i>
			<i>Lopescladius sp.</i>
			<i>Orthocladius sp.</i>
			<i>Parakiefferiella sp.</i>
			<i>Paratrichocladius sp.</i>
			<i>Paraboreochlus sp.</i>
			<i>Platysmittia sp.</i>
			<i>Polypedilum sp.</i>
			<i>Podonomus sp.</i>
			<i>Pseudosmittia sp.</i>
			<i>Paraboreochlus sp.</i>
			<i>Pentaneura sp.</i>
<i>Tanytarsus</i>			



*Cricotopus sp.*



*Polypedilum sp.*

Clase	Orden	Familia	Taxón
INSECTA	DIPTERA	EMPIDIDAE	<i>Trichoclinocera sp.</i>
		MUSCIDAE	<i>Limnophora sp.</i>
		SIMULIIDAE	<i>Simulium sp.</i>
		TABANIDAE	<i>Tabanus sp.</i>
		TIPULIDAE	<i>Limnophila sp.</i>
			<i>Hexatoma sp.</i>
			<i>Pericoma sp.</i>



*Limnophora sp.*



*Simulium sp.*



*Tabanus sp.*

## 9.6. CLASE ARACHNIDA

La Clase ARACHNIDA representado por 2 órdenes, 4 familias y 5 especies registradas.

Clase	Orden	Familia	Taxón
ARACHNIDA	SARCOPTIFORMES	HYDROZETIDAE	<i>Hydrozetes sp.</i>
		HYGROBATIDAE	<i>Hygrobates sp.</i>
			<i>Atractides sp.</i>
	TROMBIDIFORMES	LIMNESIIDAE	<i>Limnesia sp.</i>
		SPERCHONTIDAE	<i>Sperchon sp.</i>



*Hydrozetes sp.*

# ANEXO 3: Diversidad presente por zona y época (seca / húmeda)

Phylum	Clase	Orden	Familia	Zona 1: Seca	Zona 2: Seca	Zona 1: Húmeda	Zona 2: Húmeda					
PLATYHELMINTHES	TURBELLARIA	TRICLADIDA	PLANARIIDAE	<i>Dugesia sp.</i>	<i>Dugesia sp.</i>	<i>Dugesia sp.</i>	<i>Dugesia sp.</i>					
CNIDARIA	HYDROZOA	ANTHOATHECATAE	HYDRIDAE	<i>Hydra sp.</i>	<i>Hydra sp.</i>	<i>Hydra sp.</i>	<i>Hydra sp.</i>					
PORIPHERA	DEMOSPONGIAE	SPONGILLIDA	SPONGILLIDAE	<i>Spongilla sp.</i>	<i>Spongilla sp.</i>	<i>Spongilla sp.</i>	<i>Spongilla sp.</i>					
TARDIGRADA	EUTARDIGRADA	MACROBIOTIDA	MACROBIOTIDAE	<i>Macrobiotus sp.</i>	<i>Macrobiotus sp.</i>	<i>Macrobiotus sp.</i>	<i>Macrobiotus sp.</i>					
NEMERTEA	HOPLONEMERTEA	MONOSTILIFERA	PROSTOMATIDAE	<i>Prostoma sp.</i>	<i>Prostoma sp.</i>	<i>Prostoma sp.</i>	<i>Prostoma sp.</i>					
NEMATODA	ADENOPHOREA	DORYLAIMIDA	DORYLAIMIDAE	<i>Thomia sp.</i>	<i>Thomia sp.</i>	<i>Thomia sp.</i>	<i>Thomia sp.</i>					
				<i>Actinolaimus sp.</i>	<i>Actinolaimus sp.</i>	<i>Actinolaimus sp.</i>	<i>Actinolaimus sp.</i>					
				<i>Dorylaimus sp.</i>	<i>Dorylaimus sp.</i>	<i>Dorylaimus sp.</i>	<i>Dorylaimus sp.</i>					
			ACTINOLAIMIDAE	<i>Actinolaimus sp.</i>	<i>Actinolaimus sp.</i>	<i>Actinolaimus sp.</i>	<i>Actinolaimus sp.</i>					
ANNELIDA	CLITELLATA	LUMBRICULIDA	LUMBRICULIDAE	<i>Ecolpidilus sp.</i>	<i>Ecolpidilus sp.</i>	<i>Ecolpidilus sp.</i>	<i>Ecolpidilus sp.</i>					
			ENCHYTRAEIDAE	<i>Enchytraeus sp.</i>	<i>Enchytraeus sp.</i>	<i>Enchytraeus sp.</i>	<i>Enchytraeus sp.</i>					
		HAPLOTAXIDA	CHAETOGASTERIDAE	<i>Chaetogaster limnaii</i>	<i>Chaetogaster limnaii</i>	<i>Chaetogaster limnaii</i>	<i>Chaetogaster limnaii</i>					
			NAIDIDAE	<i>Nais sp.</i>	<i>Nais sp.</i>	<i>Nais sp.</i>	<i>Nais sp.</i>					
				<i>Pristina sp.</i>	<i>Pristina sp.</i>	<i>Pristina sp.</i>	<i>Pristina sp.</i>					
			TUBIFICIDAE	<i>Tubifex sp.</i>	<i>Tubifex sp.</i>	<i>Tubifex sp.</i>	<i>Tubifex sp.</i>					
		RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIDAE	<i>Helobdella stagnalis</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>					
		OPISTHOPORA	LUMBRICIDAE	<i>Eiseniella tetraedra</i>	<i>Eiseniella tetraedra</i>	<i>Eiseniella tetraedra</i>	<i>Eiseniella tetraedra</i>					
		MOLLUSCA	GASTROPODA	BASOMMATOPHORA	PLANORBIDAE	<i>Helisoma sp.</i>	<i>Helisoma sp.</i>	<i>Helisoma sp.</i>	<i>Helisoma sp.</i>			
			BIVALVIA	VENEROIDA	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium forbesi</i>	<i>Sphaerium forbesi</i>	<i>Sphaerium forbesi</i>	<i>Sphaerium forbesi</i>			
ARTHROPODA	OSTRACODA	PODOCOPIIDA	CYPRIDIDAE	<i>Cyprinotus sp.</i>	<i>Cyprinotus sp.</i>	<i>Cyprinotus sp.</i>	<i>Cyprinotus sp.</i>					
				<i>Chlamydotheca sp.</i>	<i>Chlamydotheca sp.</i>	<i>Chlamydotheca sp.</i>	<i>Chlamydotheca sp.</i>					
				<i>Herpetocypris sp.</i>	<i>Herpetocypris sp.</i>	<i>Herpetocypris sp.</i>	<i>Herpetocypris sp.</i>					
				<i>Potamocypis sp.</i>	<i>Potamocypis sp.</i>	<i>Potamocypis sp.</i>	<i>Potamocypis sp.</i>					
				<i>Darwinula sp.</i>	<i>Darwinula sp.</i>	<i>Darwinula sp.</i>	<i>Darwinula sp.</i>					
				LIMNOCYTHERIDAE	<i>Limnocythere sp.</i>	<i>Limnocythere sp.</i>	<i>Limnocythere sp.</i>	<i>Limnocythere sp.</i>				
	MALACOSTRACA	AMPHIPODA	HYALELLIDAE	HYALELLIDAE	<i>Hyaella sp.</i>	<i>Hyaella sp.</i>	<i>Hyaella sp.</i>	<i>Hyaella sp.</i>				
				BRANCHIOPODA	DIPLOSTRACA	CLADOCERA	<i>Chydorus sp.</i>	<i>Chydorus sp.</i>	<i>Chydorus sp.</i>	<i>Chydorus sp.</i>		
	DAPHNIDAE	<i>Daphnia pulex</i>	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Daphnia pulex</i>	<i>Daphnia pulex</i>					
	MACROTHRICIDAE	<i>Macrothrix montana</i>	<i>Macrothrix montana</i>			<i>Macrothrix montana</i>	<i>Macrothrix montana</i>					
		CHYDORIDAE	<i>Camplocercus aloniceps</i>		<i>Camplocercus aloniceps</i>	<i>Camplocercus aloniceps</i>	<i>Camplocercus aloniceps</i>					
		ANOMOPODA	DAPHNIDAE		<i>Simocephalus vetulus</i>	<i>Simocephalus vetulus</i>	<i>Simocephalus vetulus</i>	<i>Simocephalus vetulus</i>				
	MAXILLOPODA	CALANOIDA	CENTROPAGIDAE		BOECKELLIDAE	<i>Boeckella sp.</i>	<i>Boeckella sp.</i>	<i>Boeckella sp.</i>	<i>Boeckella sp.</i>			
				CYCLOPOIDA	CYCLOPIDAE	<i>Metacyclops leptopus</i>	<i>Metacyclops leptopus</i>	<i>Metacyclops leptopus</i>	<i>Metacyclops leptopus</i>			
					<i>Paracyclops fimbriatus</i>	<i>Paracyclops fimbriatus</i>	<i>Paracyclops fimbriatus</i>	<i>Paracyclops fimbriatus</i>				
		TRICHOPTERA	HARPACTICOIDA	CAMPTOCANTHIDAE	ATOPSYCHIDAE	<i>Atopsyche sp.</i>	<i>Atopsyche sp.</i>	<i>Atopsyche sp.</i>	<i>Atopsyche sp.</i>			
					HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche sp.</i>	<i>Hydropsyche sp.</i>	<i>Hydropsyche sp.</i>	<i>Hydropsyche sp.</i>			
					HYDROPTILIDAE	<i>Ochrotrichia sp.</i>	<i>Ochrotrichia sp.</i>	<i>Ochrotrichia sp.</i>	<i>Ochrotrichia sp.</i>			
						<i>Oxyethira sp.</i>	<i>Oxyethira sp.</i>	<i>Oxyethira sp.</i>	<i>Oxyethira sp.</i>			
						LEPTOCERIDAE	<i>Nectopsyche sp.</i>	<i>Nectopsyche sp.</i>	<i>Nectopsyche sp.</i>	<i>Nectopsyche sp.</i>		
						LIMNephilidae	<i>Anomalocosmoecus illiesi</i>	<i>Anomalocosmoecus illiesi</i>	<i>Anomalocosmoecus illiesi</i>	<i>Anomalocosmoecus illiesi</i>		
			HEMIPTERA	CORIXIDAE	CORIXIDAE	ECTEMNOSTEGELLIDAE	<i>Ectemnostegella sp.</i>	<i>Ectemnostegella sp.</i>	<i>Ectemnostegella sp.</i>	<i>Ectemnostegella sp.</i>		
						CAENIDAE	<i>Caenis sp.</i>	<i>Caenis sp.</i>	<i>Caenis sp.</i>	<i>Caenis sp.</i>		
						EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	ANDESIOPSIDAE	<i>Andesiops sp.</i>	<i>Andesiops sp.</i>	<i>Andesiops sp.</i>	<i>Andesiops sp.</i>
									<i>Baetodes sp.</i>	<i>Baetodes sp.</i>	<i>Baetodes sp.</i>	<i>Baetodes sp.</i>
			THRAULODIDAE	<i>Thraulodes sp.</i>	<i>Thraulodes sp.</i>			<i>Thraulodes sp.</i>	<i>Thraulodes sp.</i>			
	COLEOPTERA	ELMIDAE	ELMIDAE	AUSTRELMISIDAE	<i>Austrelmis sp.</i>	<i>Austrelmis sp.</i>	<i>Austrelmis sp.</i>	<i>Austrelmis sp.</i>				
					<i>Heterelmis sp.</i>	<i>Heterelmis sp.</i>	<i>Heterelmis sp.</i>	<i>Heterelmis sp.</i>				
					<i>Microcyloepus sp.</i>	<i>Microcyloepus sp.</i>	<i>Microcyloepus sp.</i>	<i>Microcyloepus sp.</i>				
					<i>Promoresia sp.</i>	<i>Promoresia sp.</i>	<i>Promoresia sp.</i>	<i>Promoresia sp.</i>				
					<i>Stenelmis sp.</i>	<i>Stenelmis sp.</i>	<i>Stenelmis sp.</i>	<i>Stenelmis sp.</i>				
				INSECTA	CERATOPOGONIDAE	CERATOPOGONIDAE	PALPOMYIIDAE	<i>Palpomyia sp.</i>	<i>Palpomyia sp.</i>	<i>Palpomyia sp.</i>	<i>Palpomyia sp.</i>	
								<i>Cricotopus sp.</i>	<i>Cricotopus sp.</i>	<i>Cricotopus sp.</i>	<i>Cricotopus sp.</i>	
								<i>Campocladus sp.</i>	<i>Campocladus sp.</i>	<i>Campocladus sp.</i>	<i>Campocladus sp.</i>	
								<i>Eukiefferiella sp.</i>	<i>Eukiefferiella sp.</i>	<i>Eukiefferiella sp.</i>	<i>Eukiefferiella sp.</i>	
								<i>Corynoneura sp.</i>	<i>Corynoneura sp.</i>	<i>Corynoneura sp.</i>	<i>Corynoneura sp.</i>	
		<i>Lopescladius sp.</i>	<i>Lopescladius sp.</i>				<i>Lopescladius sp.</i>	<i>Lopescladius sp.</i>				
		<i>Orthocladus sp.</i>	<i>Orthocladus sp.</i>				<i>Orthocladus sp.</i>	<i>Orthocladus sp.</i>				
		<i>Parakiefferiella sp.</i>	<i>Parakiefferiella sp.</i>				<i>Parakiefferiella sp.</i>	<i>Parakiefferiella sp.</i>				
		<i>Paratrichocladus sp.</i>	<i>Paratrichocladus sp.</i>				<i>Paratrichocladus sp.</i>	<i>Paratrichocladus sp.</i>				
	<i>Paraboreochilus sp.</i>	<i>Paraboreochilus sp.</i>	<i>Paraboreochilus sp.</i>				<i>Paraboreochilus sp.</i>					
	<i>Platysmittia sp.</i>	<i>Platysmittia sp.</i>	<i>Platysmittia sp.</i>				<i>Platysmittia sp.</i>					
	<i>Polypedium sp.</i>	<i>Polypedium sp.</i>	<i>Polypedium sp.</i>				<i>Polypedium sp.</i>					
	<i>Podonomus sp.</i>	<i>Podonomus sp.</i>	<i>Podonomus sp.</i>				<i>Podonomus sp.</i>					
	<i>Pseudosmittia sp.</i>	<i>Pseudosmittia sp.</i>	<i>Pseudosmittia sp.</i>				<i>Pseudosmittia sp.</i>					
	<i>Paraboreochilus sp.</i>	<i>Paraboreochilus sp.</i>	<i>Paraboreochilus sp.</i>				<i>Paraboreochilus sp.</i>					
	<i>Pentaneura sp.</i>	<i>Pentaneura sp.</i>	<i>Pentaneura sp.</i>				<i>Pentaneura sp.</i>					
	<i>Tanytarsus sp.</i>	<i>Tanytarsus sp.</i>	<i>Tanytarsus sp.</i>				<i>Tanytarsus sp.</i>					
DIPTERA	TRICHOCLINOCERIDAE	TRICHOCLINOCERIDAE	TRICHOCLINOCERIDAE				<i>Trichoclinocera sp.</i>	<i>Trichoclinocera sp.</i>	<i>Trichoclinocera sp.</i>	<i>Trichoclinocera sp.</i>		
				<i>Limnophora sp.</i>	<i>Limnophora sp.</i>	<i>Limnophora sp.</i>	<i>Limnophora sp.</i>					
				<i>Simulium sp.</i>	<i>Simulium sp.</i>	<i>Simulium sp.</i>	<i>Simulium sp.</i>					
				<i>Tabanus sp.</i>	<i>Tabanus sp.</i>	<i>Tabanus sp.</i>	<i>Tabanus sp.</i>					
				<i>Limnophila sp.</i>	<i>Limnophila sp.</i>	<i>Limnophila sp.</i>	<i>Limnophila sp.</i>					
				<i>Hexatoma sp.</i>	<i>Hexatoma sp.</i>	<i>Hexatoma sp.</i>	<i>Hexatoma sp.</i>					
				<i>Pericoma sp.</i>	<i>Pericoma sp.</i>	<i>Pericoma sp.</i>	<i>Pericoma sp.</i>					
			ARACHNIDA	SARCOPTIFORMES	HYDROZETIDAE	HYDROZETIDAE	<i>Hydrozetes sp.</i>	<i>Hydrozetes sp.</i>	<i>Hydrozetes sp.</i>	<i>Hydrozetes sp.</i>		
							<i>Hygrobatas sp.</i>	<i>Hygrobatas sp.</i>	<i>Hygrobatas sp.</i>	<i>Hygrobatas sp.</i>		
							<i>Atractides sp.</i>	<i>Atractides sp.</i>	<i>Atractides sp.</i>	<i>Atractides sp.</i>		
	<i>Limnesia sp.</i>	<i>Limnesia sp.</i>				<i>Limnesia sp.</i>	<i>Limnesia sp.</i>					
	TROMBIDIFORMES	SPERCHONIDAE	SPERCHONIDAE	<i>Sperchon sp.</i>	<i>Sperchon sp.</i>	<i>Sperchon sp.</i>	<i>Sperchon sp.</i>					



**ANEXO 4:  
Descarga de la  
laguna Paucarcocha**



De acuerdo a la información elaborada para CELEPSA el caudal mínimo histórico en la laguna fue 0,4m<sup>3</sup>/s en agosto de 1992 y 1993 y el promedio mensual mínimo en el periodo 1927-2004 fue de 1,0m<sup>3</sup>/s (setiembre).

Mientras que el caudal máximo histórico fue de 53,3 m<sup>3</sup>/s en marzo de 1972 y el promedio mensual máximo en el periodo 1927-2004 fue de 13,1m<sup>3</sup>/s (marzo) tal como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla N°A: Caudales Naturales en la Laguna Paucarcocha (m<sup>3</sup>/s).**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual (m <sup>3</sup> /s)
1927	6.2	5.4	6.9	4.4	3.2	1.8	1.6	0.9	0.9	0.9	1.2	1.3	2.9
1928	2.3	5.9	9.7	6.0	2.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.4	1.4	1.8	3.0
1929	4.9	5.7	16.6	8.0	2.4	1.5	1.2	1.1	1.1	1.3	1.6	2.8	4.0
1930	10.1	9.0	9.3	5.3	3.5	1.8	1.3	1.2	1.1	1.2	2.3	1.8	4.0
1931	3.2	3.2	5.3	4.3	2.1	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	4.0	2.5
1932	8.6	23.9	18.5	12.9	4.7	1.7	1.3	1.0	0.9	1.0	1.8	3.3	6.6
1933	6.3	7.1	10.2	5.4	2.2	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	2.3	3.4
1934	8.1	11.7	17.4	8.5	3.4	2.2	1.8	1.3	1.1	1.3	1.5	1.5	5.0
1935	6.6	7.9	21.9	9.1	3.7	2.2	1.7	1.2	1.2	1.3	1.5	5.3	5.3
1936	14.9	10.7	11.7	4.8	1.9	1.5	1.1	0.9	0.9	1.5	1.5	1.5	4.4
1937	7.3	9.2	13.5	4.5	2.4	1.8	1.3	0.9	0.9	0.9	1.5	4.6	4.1
1938	7.2	20.0	6.8	4.8	2.0	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	1.0	1.5	4.1
1939	4.4	8.3	15.8	8.9	3.0	1.6	1.2	1.1	0.9	0.9	1.2	2.9	4.2
1440	6.2	4.4	6.9	4.9	2.3	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0	1.4	1.5	2.8
1941	9.2	9.2	7.6	2.3	2.0	1.3	0.9	0.9	0.8	1.1	1.3	3.2	3.3
1942	7.3	10.8	10.6	4.2	3.4	1.7	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.8	3.8
1943	9.6	17.9	10.5	8.3	2.6	1.7	1.2	1.0	1.0	1.2	1.2	3.8	5.0
1944	11.8	17.0	15.7	5.8	3.0	1.9	1.5	1.2	1.1	1.0	1.1	1.5	5.2
1945	5.5	8.5	15.4	6.2	2.2	1.4	1.1	0.9	0.8	0.8	1.9	5.3	4.2
1946	10.7	13.3	19.2	8.7	3.7	2.1	1.5	1.2	1.1	1.3	2.7	6.3	6.0
1947	8.5	7.5	13.7	5.0	3.1	2.0	1.3	1.0	0.9	1.1	1.1	1.9	3.9
1948	8.4	9.6	9.3	7.6	5.1	2.4	1.5	1.1	1.0	2.4	3.1	1.5	4.4
1949	4.8	7.2	9.9	6.3	3.0	1.7	1.1	0.9	0.9	0.9	2.1	1.3	3.3
1950	5.5	7.8	6.9	6.2	2.9	1.4	1.1	0.9	0.8	0.8	1.2	6.8	3.5
1951	8.4	14.9	21.6	7.6	2.6	1.9	1.4	1.2	1.0	0.9	4.2	5.2	5.9
1952	11.3	11.5	13.5	6.0	1.9	1.4	1.4	1.2	1.2	1.0	1.6	3.3	4.6
1953	8.3	20.5	10.6	4.4	2.1	1.6	1.4	1.1	1.0	1.0	4.2	5.5	5.1
1954	11.7	15.6	18.0	4.7	3.0	2.1	1.5	1.1	1.0	1.2	5.2	4.0	5.8
1955	11.5	19.8	30.0	10.4	3.6	2.0	1.5	1.1	1.0	1.3	1.0	1.5	7.1
1956	3.1	21.3	9.7	6.8	3.1	2.1	1.2	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	4.3
1957	2.2	11.1	12.1	7.5	3.1	1.3	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	1.2	3.5
1958	2.7	5.1	8.8	4.0	1.8	1.1	0.9	0.7	0.7	0.8	0.8	1.0	2.4
1959	1.0	11.6	11.2	6.0	1.9	1.3	1.0	0.8	0.7	1.0	1.0	4.4	3.5
1960	11.0	10.4	3.8	2.2	1.8	1.0	0.8	0.7	0.6	0.8	1.0	1.0	2.9
1961	5.0	18.6	24.1	13.5	3.4	2.0	1.1	0.9	0.8	0.7	2.5	8.7	6.8
1962	8.9	10.7	16.7	4.8	1.8	1.3	1.2	1.1	1.0	0.8	0.9	1.6	4.2
1963	10.9	10.2	10.4	7.8	2.6	2.4	1.3	1.1	1.0	1.1	2.4	8.3	5.0
1964	4.7	9.0	10.2	8.5	4.2	2.2	1.2	0.9	0.9	0.8	1.0	1.3	3.7
1965	3.3	10.3	10.1	5.2	3.2	1.4	0.9	1.2	1.0	1.0	1.5	1.9	3.4
1966	4.6	5.5	8.8	2.9	1.9	1.2	1.0	0.9	0.9	2.9	3.2	7.1	3.4
1967	8.5	22.3	13.6	6.0	3.4	2.3	1.8	1.5	1.4	3.0	2.3	2.8	5.7
1968	4.3	5.0	8.0	3.3	1.8	1.3	1.1	0.9	0.9	1.1	2.3	3.0	2.8
1969	2.8	4.3	8.0	4.5	2.0	1.3	1.1	1.0	0.7	1.7	1.3	11.4	3.3

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual (m3/s)
1970	22.4	10.9	7.2	2.4	2.2	1.6	1.3	1.2	1.1	1.3	1.5	2.8	4.7
1971	9.5	12.7	10.7	6.1	2.1	1.3	1.4	1.4	1.3	1.0	0.8	3.9	4.4
1972	13.9	20.2	53.3	17.3	3.5	1.8	1.0	1.1	1.1	1.3	1.6	5.7	10.2
1973	12.9	17.9	23.3	16.5	5.7	2.1	1.4	1.0	0.9	1.2	1.7	6.6	7.6
1974	8.2	12.8	10.6	4.2	2.5	2.0	1.7	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	4.1
1975	2.5	3.5	14.8	6.2	3.9	2.2	1.3	1.0	0.9	1.1	1.7	3.3	3.5
1976	9.4	15.9	12.3	5.9	2.9	2.2	1.6	1.3	1.2	1.3	1.3	1.8	4.8
1977	4.4	9.7	9.4	3.6	2.4	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	3.5	3.0	3.6
1978	4.9	8.6	5.0	4.4	2.4	1.7	1.4	1.3	1.2	1.3	3.1	3.6	3.2
1979	3.4	9.0	10.5	5.0	2.1	1.5	1.4	1.0	0.9	1.0	1.0	1.2	3.2
1980	3.6	3.2	4.4	4.0	1.8	1.3	1.2	1.0	0.9	2.2	2.6	3.9	2.5
1981	5.3	13.1	12.2	7.2	2.3	1.7	1.4	1.2	1.0	1.1	2.2	3.9	4.4
1982	4.9	8.4	6.0	5.2	2.7	1.7	1.2	1.0	0.7	1.9	7.3	6.3	3.9
1983	5.1	3.7	7.6	8.7	3.1	2.0	1.5	1.4	1.0	0.9	0.9	4.2	3.3
1984	15.5	26.4	18.0	9.0	3.6	2.6	2.1	1.7	1.4	1.6	7.5	9.0	8.2
1985	4.7	9.7	8.0	4.6	3.3	2.4	1.9	1.6	1.3	1.2	1.4	2.2	3.5
1986	16.0	20.5	16.2	18.1	9.4	4.1	2.7	2.1	1.2	1.2	2.6	6.9	8.4
1987	17.7	17.0	7.9	3.0	1.4	1.0	0.6	0.7	1.0	1.7	3.9	5.1	5.1
1988	11.4	15.2	9.1	9.5	3.7	1.2	0.6	0.6	1.1	1.8	2.4	4.7	5.1
1959	12.2	15.2	18.4	14.3	4.1	1.9	1.1	0.9	0.8	2.1	2.8	1.4	6.3
1990	5.3	3.4	7.4	3.4	1.7	1.3	0.8	0.6	0.6	2.2	5.2	5.4	3.1
1991	7.1	8.8	13.2	6.1	3.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.9	2.3	1.8	4.0
1992	4.5	2.4	7.4	3.4	1.6	0.6	0.5	0.4	0.6	1.7	1.9	3.2	2.4
1993	5.7	12.0	13.0	9.7	3.8	1.0	0.5	0.4	0.6	1.9	6.4	14.1	5.8
1994	14.5	29.3	20.3	10.9	5.0	1.8	0.9	0.5	1.0	1.2	3.1	3.7	7.7
1995	10.7	6.2	11.1	7.1	1.6	0.9	0.6	0.8	0.9	1.4	3.1	7.9	4.4
1996	14.5	21.0	13.2	9.8	2.0	0.9	0.7	0.6	0.6	0.8	1.6	3.0	5.7
1997	7.9	15.6	4.7	1.4	0.9	0.7	0.7	0.8	0.9	1.9	4.0	6.5	3.8
1998	7.9	15.6	4.7	1.4	0.9	4.2	3.8	3.5	3.1	3.4	3.2	1.7	4.5
1999	3.5	21.6	20.1	14.6	6.6	3.0	1.9	1.3	1.2	1.6	1.3	6.6	6.9
2000	18.6	23.7	19.5	14.6	7.0	3.0	1.9	1.5	1.1	2.5	1.7	7.0	8.5
2001	23.8	18.4	30.5	14.8	4.4	2.1	1.2	0.9	1.1	1.1	2.2	2.8	8.6
2002	2.9	12.7	16.8	13.3	4.6	2.3	1.6	1.1	1.0	1.5	4.1	6.1	5.7
2003	11.2	18.8	21.2	11.4	3.6	2.0	1.4	1.1	0.9	0.9	1.2	6.4	6.7
2004	4.2	14.0	8.5	6.7	1.2	1.2	1.0	0.9	0.9	1.2	3.6	1.6	3.8
Prom Mensual	8.1	12.3	13.0	7.1	3.0	1.7	1.3	1.1	1.0	1.3	2.2	3.9	4.7
MAX	23.8	29.3	53.3	18.1	9.4	4.2	3.8	3.5	3.1	3.4	7.5	14.1	10.2
MIN	1.0	2.4	3.8	1.4	0.9	0.6	0.5	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	2.4
PROM	8.1	12.3	13.0	7.1	3.0	1.7	1.3	1.1	1.0	1.3	2.2	3.9	4.7

Fuente: Pag 29 del Plan de Manejo Ambiental (Ampliación) del Embalse de la Laguna Paucarcocha del Proyecto Hidroeléctrico El Platanal octubre 2007. Ref CEL 07 031. Elaborado por ERM Perú S.A.

Figura N°A: Representación gráfica de los Caudales Naturales descargados promedio de la Laguna Paucarcocha (m<sup>3</sup>/s) en el Periodo 1927 - 2004.

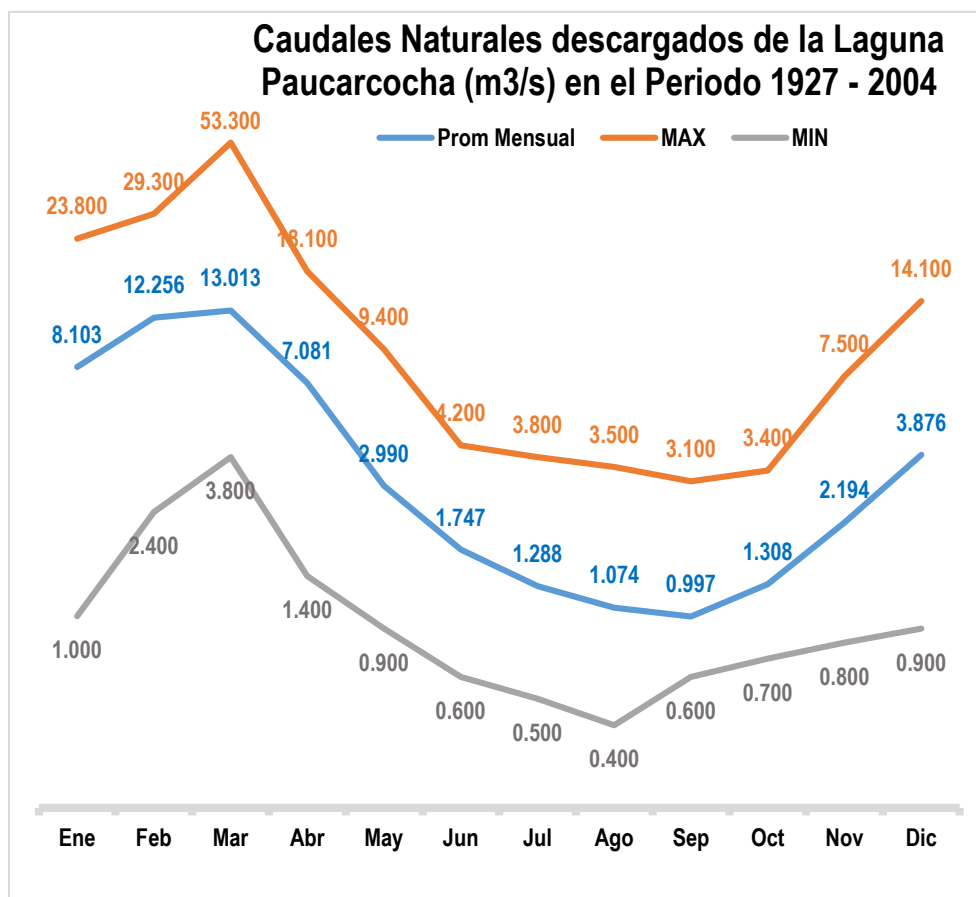
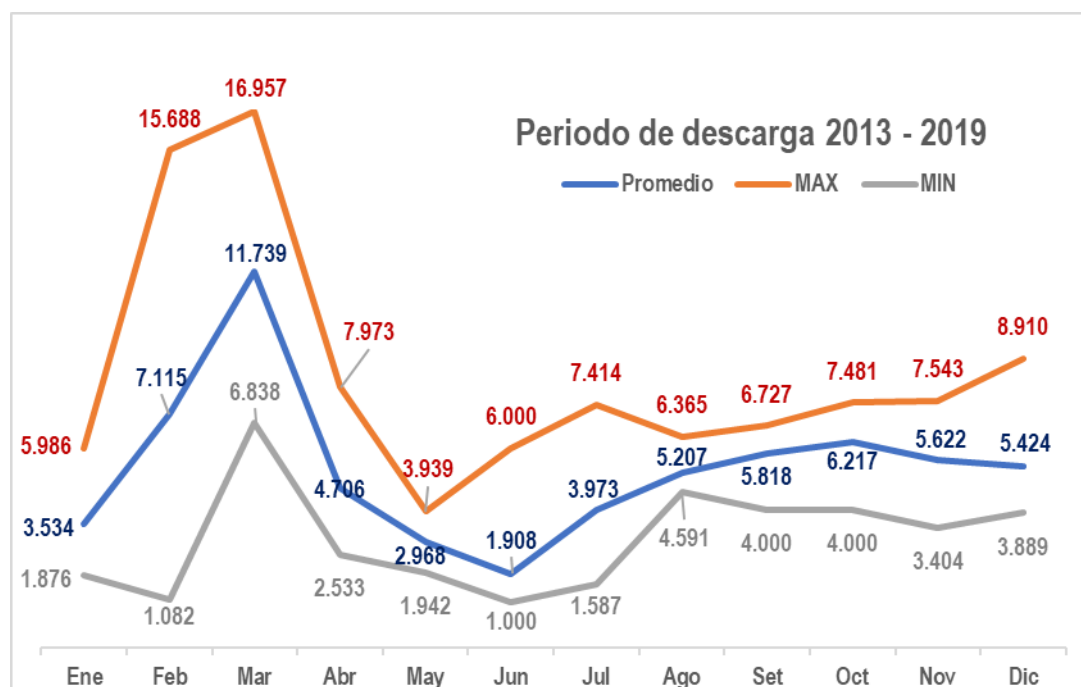


Tabla N°B: Caudales naturales controlados en la Laguna Paucarcocha (m<sup>3</sup>/s)

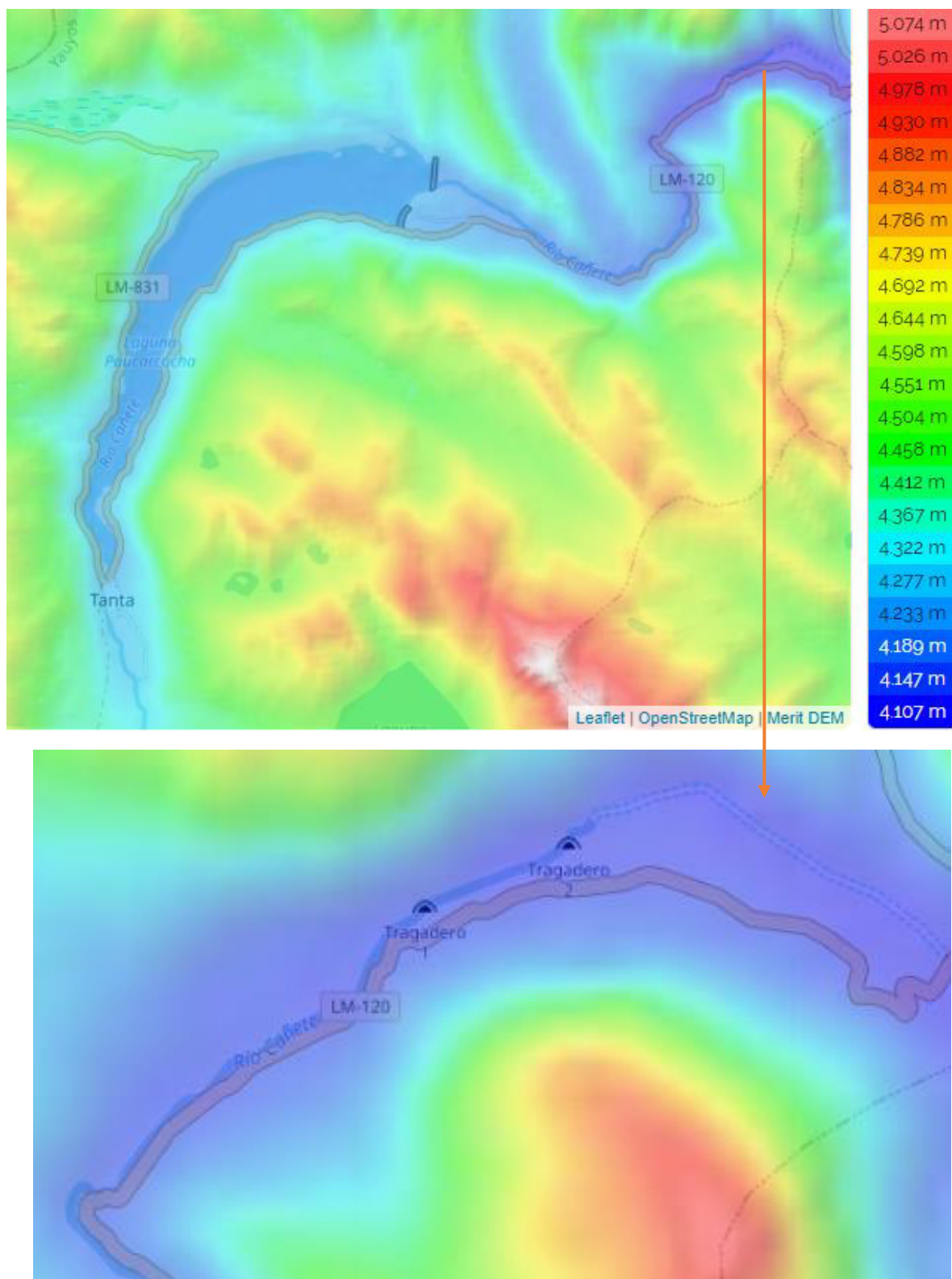
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Promedio Mensual	MAX	MIN
Ene	3.890	3.324	4.733	2.258	2.671	5.986	1.876	3.534	5.986	1.876
Feb	2.000	3.857	11.840	1.082	15.688	5.929	9.411	7.115	15.688	1.082
Mar	12.226	12.004	11.053	10.091	16.957	6.838	13.006	11.739	16.957	6.838
Abr	2.533	3.863	3.534	4.455	7.973	6.612	3.971	4.706	7.973	2.533
May	2.968	3.401	3.228	2.129	3.939	1.942	3.170	2.968	3.939	1.942
Jun	6.000	1.000	1.195	1.475	1.683	1.000	1.000	1.908	6.000	1.000
Jul	6.000	3.680	4.305	3.173	1.655	7.414	1.587	3.973	7.414	1.587
Ago	5.181	6.365	5.000	4.786	5.000	5.530	4.591	5.207	6.365	4.591
Set	4.000	6.727	5.752	6.503	5.725	5.344	6.673	5.818	6.727	4.000
Oct	4.000	6.661	6.000	7.387	6.843	5.147	7.481	6.217	7.481	4.000
Nov	4.000	5.912	5.082	7.412	7.543	3.404	6.000	5.622	7.543	3.404
Dic	4.000	3.889	4.540	4.661	7.718	4.246	8.910	5.424	8.910	3.889
Promedio Anual	4.733	5.057	5.522	4.618	6.950	4.949	5.640			

Figura N°B: Representación gráfica de los Caudales promedio controlados descargados de la Laguna Paucarcocha (m<sup>3</sup>/s) en el Periodo 2013 – 2019.

Fuente: CELEPSA, 2020. Hidrología Paucarcocha. Estación hidrométrica

<https://sas.celepsa.com/hidrologiaCapillucas.action>

Figura N° C: Mapa topográfico Laguna Paucarcocha y río Cañete



Fuente: <https://es-pe.topographic-map.com/maps/d7n3/Laguna-Paucarcocha/>

Descripción: En la flecha indicada se amplía la zona a la salida de la laguna Paucarcocha indicada el río Cañete la zona denominada Tragaderos.

## **Anexo 5**

### **Registro de parámetros fisicoquímicos**

## Temperatura (°C)

		I°MHP	II°MHP	III°MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIB° MHP	VIIIA° MHP	VIIIB° MHP	IXA° MHP	IXB° MHP	XA° MHP	XB° MHP	XIA° MHP	XIB° MHP	XIIA° MHP	XIIB° MHP	XIIIA° MHP	XIIIB° MHP
	<b>Parametros del agua: Temperatura (°C)</b>	27-28 Nov. 2008	25 de jun. 2009	21 de nov. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	04 - 05 dic. 2013	27 - 28 jun. 2014	02 - 03 dic. 2014	01 - 02 jul 2015	16-17 de dic 2015	15-16 jun 2016	15-16 dic 2016	26-27 jun 2017	13-15 dic 2017	19-22 jun 2018	13-14 dic 2018	12-13 jun 2019	04-05/12/2019
E-1	Mollococha 2							8.0	10.8	11.3	12.4	8.0	13.5	6.8	12.2	12.8	9.6	11.2	11.1	11.0	23.6
E-2	Mollococha	17.4	15.8	9.0	14.6	12.0	10.0	10.0	13.0	11.6	13.2	11.4	13.4	10.8	11.5	13.9	9.6	11.3	13.8	10.9	12.6
E-3	Bernacancha				13.7	12.0	9.0	10.0	11.5	11.2	12.4	10.0	12.5	12.1	11.7	12.7	9.6	10.8	12.9	8.1	12.1
E-4	Blanco Blanco (Aguas Abajo)	15.0	17.4	13.8	11.3	13.0	9.0	10.0	11.7	13.3	12.3	10.0	12.9	11.7	11.8	12.1	11.9	12.4	13.1	12.4	11.2
E-5	Laguna Paucarcocha	14.0	20.8	14.3	12.6	9.0	10.0	11.0	11.9	12.2	13.6	11.0	12.5	11.4	11.2	13.0	13.6	13.2	13.4	12.8	14.1
E-6	Piedra Blanca	10.0	14.0	13.3	11.1	9.0	11.0	10.5	11.5	13.0	15.4	10.0	12.1	11.2	10.0	13.0	12.9	13.1	9.2	12.8	11.1
E-7	Huecomoché	10.0	6.8	14.4			11.0	9.0	9.1	12.3	14.4	9.0	12.3	11.8	9.7	12.2	12.9	14.0	9.9	13.2	11.2

## pH:

		I°MHP	II°MHP	III°MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIIB° MHP	VIIIA° MHP	VIIIB° MHP	IXA° MHP	IXB° MHP	XA° MHP	XB° MHP	XIA° MHP	XIB° MHP	XIIA° MHP	XIIB° MHP	XIIIA° MHP	XIIIB° MHP
	<b>Parametros del agua: pH</b>	27-28 Nov. 2008	25 de jun. 2009	21 de nov. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	04 - 05 dic. 2013	27 - 28 jun. 2014	02 - 03 dic. 2014	01 - 02 jul 2015	16-17 de dic 2015	15-16 jun 2016	15-16 dic 2016	26-27 jun 2017	13-15 dic 2017	19-22 jun 2018	13-14 dic 2018	12-13 jun 2019	04-05/12/2019
E-1	Mollococha 2							8.0	7.6	8.0	8.7	8.3	8.3	6.8	8.9	8.5	8.6	8.3	9.6	7.7	7.4
E-2	Mollococha	8.9	8.5	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	7.7	8.0	8.7	8.8	8.5	6.8	9.0	8.8	8.7	8.4	9.9	8.1	7.5
E-3	Bernacancha				8.0	8.0	8.0	8.0	7.9	8.0	8.5	8.5	6.3	7.1	8.9	8.8	8.5	8.7	9.6	8.1	7.4
E-4	Blanco Blanco (Aguas Abajo)	9.2	8.8	7.3	8.0	7.5	8.0	8.0	7.8	8.0	8.5	8.7	8.3	6.8	9.2	6.7	8.4	7.2	9.6	7.3	7.0
E-5	Laguna Paucarcocha	6.4	9.0	7.5	8.0	7.5	7.5	8.0	7.6	8.0	8.3	8.0	7.7	7.9	9.0	8.3	8.2	8.1	9.7	7.4	6.9
E-6	Piedra Blanca	8.5	8.2	7.8	8.0	7.5	7.0	8.0	7.8	8.0	8.6	8.5	8.6	8.1	8.7	8.2	8.6	8.5	9.5	7.4	7.2
E-7	Huecomoché	8.6	8.7	7.4			7.5	8.0	7.7	8.0	8.7	8.2	8.5	8.3	8.8	8.7	8.8	8.6	9.4	7.4	7.0

### Oxígeno disuelto (mg/L)

		I°MHP	II°MHP	III°MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIB° MHP	VIIIA° MHP	VIIIB° MHP	IXA° MHP	IXB° MHP	XA° MHP	XB° MHP	XIA° MHP	XIB° MHP	XIIA° MHP	XIIB° MHP	XIIIA° MHP	XIIIB° MHP
	<b>Parametros del agua: Oxigeno disuelto (mg/L)</b>	27-28 Nov. 2008	25 de jun. 2009	21 de nov. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	04 - 05 dic. 2013	27 - 28 jun. 2014	02 - 03 dic. 2014	01 - 02 jul 2015	16-17 de dic 2015	15-16 jun 2016	15-16 dic 2016	26-27 jun 2017	13-15 dic 2017	19-22 jun 2018	13-14 dic 2018	12-13 jun 2019	04-05/12/2019
E-1	Mollococha 2							7.0	7.00	6.0	8.0	7.4	7.0	9.73	6.0	8.45	7.60	8.00	6.00	6.00	6.53
E-2	Mollococha	10.0	9.0	9.0	9.7	8.0	10.0	7.0	7.00	6.0	7.0	7.0	6.4	9.81	7.0	9.67	7.60	8.00	7.00	7.00	6.89
E-3	Bernacancha				8.6	8.0	7.0	4.1	8.00	7.0	7.0	7.2	6.0	9.95	6.0	9.14	7.40	8.00	7.00	7.00	6.51
E-4	Blanco Blanco (Aguas Abajo)	10.0	8.0	10.0	8.2	8.0	7.0	7.1	6.00	7.0	7.0	7.8	6.0	8.93	6.0	9.76	6.60	8.00	8.00	7.00	6.55
E-5	Laguna Paucarcocha	8.0	9.0	10.0	7.1	5.0	6.0	6.0	5.00	5.0	6.0	6.6	5.4	7.15	5.0	7.35	5.80	7.00	7.00	6.00	6.10
E-6	Piedra Blanca	8.0	9.0	12.0	7.1	5.0	6.0	5.5	7.00	6.0	7.0	7.2	6.6	7.65	5.0	8.00	7.40	8.00	9.00	7.00	6.70
E-7	Huecomoché	8.0	10.0	12.0			6.0	5.4	6.00	7.0	7.0	7.0	6.4	7.87	5.0	9.00	7.00	7.00	7.00	8.00	6.55

### Dureza del agua (mg/L)

		I°MHP	II°MHP	III°MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIB° MHP	VIIIA° MHP	VIIIB° MHP	IXA° MHP	IXB° MHP	XA° MHP	XB° MHP	XIA° MHP	XIB° MHP	XIIA° MHP	XIIB° MHP	XIIIA° MHP	XIIIB° MHP
	<b>Parametros del agua: Dureza (mg/L)</b>	27-28 Nov. 2008	25 de jun. 2009	21 de nov. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	04 - 05 dic. 2013	27 - 28 jun. 2014	02 - 03 dic. 2014	01 - 02 jul 2015	16-17 de dic 2015	15-16 jun 2016	15-16 dic 2016	26-27 jun 2017	13-15 dic 2017	19-22 jun 2018	13-14 dic 2018	12-13 jun 2019	04-05/12/2019
E-1	Mollococha 2								85.50	153.9	153.9	136.8	102.6		68.4	136.80	68.40	153.90	102.60	136.80	68.40
E-2	Mollococha	85.5	85.5	119.7	119.7	136.8	205.2		102.60	102.6	85.5	102.6	85.5		68.4	102.60	68.40	102.60	85.50	102.60	68.40
E-3	Bernacancha				119.7	136.8	205.2		85.50	85.5	85.5	102.6	102.6		85.5	85.50	68.40	85.50	58.50	85.50	68.40
E-4	Blanco Blanco (Aguas Abajo)	85.5	85.5	85.5	102.6	153.9	171.0		68.40	85.5	85.5	119.7	102.6		85.5	85.50	68.40	85.50	68.40	85.50	51.30
E-5	Laguna Paucarcocha	102.6	85.5	85.5	188.1	136.8	188.1		68.40	85.5	85.5	102.6	102.6		85.5	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	51.30
E-6	Piedra Blanca	85.5	85.5	102.6	171.0	102.6	188.1		68.40	85.5	85.5	85.5	171.0		85.5	85.50	85.50	102.60	85.50	85.50	51.30
E-7	Huecomoché	171.0	119.7	119.7			205.2		68.40	68.4	85.5	102.6	102.0		85.5	102.60	68.40	102.60	68.40	85.50	51.30

## Turbidez (mg/L)

		I°MHP	II°MHP	III°MHP	IV° MHP	V° MHP	VI° MHP	VIIA° MHP	VIIB° MHP	VIIIA° MHP	VIIIB° MHP	IXA° MHP	IXB° MHP	XA° MHP	XB° MHP	XIA° MHP	XIB° MHP	XIIA° MHP	XIIB° MHP	XIIIA° MHP	XIIIB° MHP
	Parametros del agua: Turbidez (NTU)	27-28 Nov. 2008	25 de jun. 2009	21 de nov. 2009	23-25 de junio 2010	28 de junio 2011	27 jun. 2012	10 - 11 jul. 2013	04 - 05 dic. 2013	27 - 28 jun. 2014	02 - 03 dic. 2014	01 - 02 jul 2015	16-17 de dic 2015	15-16 jun 2016	15-16 dic 2016	26-27 jun 2017	13-15 dic 2017	19-22 jun 2018	13-14 dic 2018	12-13 jun 2019	04-05/12/2019
E-1	Mollococha 2							0.20	1.37	0.17	0.96	0.00	0.33	0.6	1.8	0.77	1.17	1.98	4.29	1.79	1.16
E-2	Mollococha							0.11	0.75	0.17	0.90	0.00	0.74	0.6	1.9	0.33	0.32	1.53	4.69	1.39	1.22
E-3	Bernacancha							0.35	0.16	0.38	1.17	0.00	0.36	0.3	1.4	0.00	1.47	2.15	4.89	1.83	1.15
E-4	Blanco Blanco (Aguas Abajo)							1.00	1.07	0.45	0.62	0.00	0.61	0.6	1.1	2.31	1.12	2.56	6.82	1.94	2.53
E-5	Laguna Paucarcocha							1.69	0.82	0.15	1.15	0.00	1.53	3.3	1.3	1.11	1.46	3.21	34.80	2.05	1.10
E-6	Piedra Blanca							0.67	1.92	0.50	1.03	0.00	1.01	1.7	1.0	1.10	1.38	1.63	6.89	2.08	1.88
E-7	Huecomоче							0.39	0.60	0.22	1.05	0.00	1.02	0.9	0.9	0.00	1.35	2.69	8.05	1.91	2.53