



UPAGU

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental y de Prevención de Riesgos

DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA DEL RÍO LLAUCANO –
CAJAMARCA PERÚ APLICANDO MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO
BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO 2018.

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniería Ambiental y de Prevención de Riesgos

Tesistas:

Gil Vásquez, Analí Tatiana
Tingal Chilón, Denis Cecilia

Asesor:

Biol. Mg. Marco Sánchez Peña

Cajamarca
2019

COPYRIGHT © 2019 by

ANALÍ TATIANA GIL VÁSQUEZ & DENIS CECILIA TINGAL CHILÓN

Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

Se la dedicamos al forjador de nuestro camino,
a nuestro Padre Celestial, el que nos
acompaña y siempre nos levanta de nuestro
continuo tropiezo al creador, de nuestros
padres y de las personas que más amamos,
con nuestro más sincero amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios por acompañarnos cada día, nuestras familias por permitirnos cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis y a nuestro asesor Biol. Mg. Marco Sánchez Peña por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos científicos y también por haber tenido toda la paciencia de guiarnos durante todo este recorrido.

Gracias a todos por creer en nosotros, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a su amor, a sus aportes, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta ha sido menos.

ÍNDICE GENERAL

1. Título.....	16
2. El problema de investigación.	16
2.1. Planteamiento del problema de investigación.	16
2.2. Formulación del problema.....	17
2.3. Justificación de la investigación	17
3. Objetivos de la investigación	18
3.1. Objetivo general.....	18
3.2. Objetivos específicos	18
4. Marco teórico	19
4.1. Teorías que sustentan la investigación.....	19
4.1.1. Antecedentes a nivel mundial	19
4.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	21
4.1.3. Antecedentes a nivel local	24
4.2. Bases Teóricas	27
4.2.1. Impacto Ambiental.....	27
4.2.2. Contaminación Ambiental	28
4.2.3. Monitoreo Ambiental	28
4.2.4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP).....	29

4.2.5. Límite de Detección	30
4.2.6. Los Valores Límite Umbral	30
4.2.7. Bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático	30
4.2.8. Indicador biológico.....	31
4.2.9. Principios de la Bioindicación	32
4.2.10. Importancia de los Indicadores Biológicos.....	32
4.2.11. Utilidad de los Bioindicadores	33
4.2.12. Selección de Bioindicadores	34
4.2.13. Calidad Ecológica	35
4.2.14. Biomonitoreo	36
4.2.15. Índice EPT	36
4.2.16. Índice BMWP	38
4.2.17. El Índice BMWP/Bol	41
4.2.18. Protocolo CERA para el muestreo de macroinvertebrados bentónicos	44
4.2.18.1. Metodología de Monitoreo de Vida Acuática	44
4.2.19. Índice biótico Andino ABI	48
4.3. Definición de Términos Básicos.....	49
4.3.1. Potencial Hidrógeno (pH).....	49
4.3.2. La Conductividad	49
4.3.3. La Demanda biológica de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	49
4.3.4. La Demanda Química de Oxígeno (DQO)	50

4.3.5. El Oxígeno Disuelto	50
4.3.6. Coliformes Termotolerantes	51
4.3.7. Nitratos	51
4.3.8. Fosfatos.....	52
4.3.9. Caudal.....	52
4.3.10. Bioacumulación.....	53
4.3.11. Ecosistema	53
4.3.12. Ecotoxicología	53
4.3.13. Macroinvertebrados.....	54
4.3.14. Los Macroinvertebrados Bentónicos como indicadores de la Calidad Ecológica.....	54
4.3.15. Colecta de Macroinvertebrados.....	59
4.3.16. Contaminación Orgánica	60
4.3.17. Toxicología	60
5. Hipótesis de la investigación.....	61
5.1. Operacionalización de las variables.....	61
6. Metodología de la investigación.....	62
6.1. Unidad de análisis, universo y muestra.....	62
6.1.1. Unidad de análisis	62
6.1.2. Universo.....	62
6.1.3. Muestra	62
6.2. Métodos de investigación.....	63

6.3. Técnicas de investigación.....	64
6.4. Instrumentos	65
6.4.1. Material y equipamiento de campo	65
6.4.2. Material y equipamiento de gabinete	66
7. Aspectos éticos de la investigación	66
8. Resultados.....	66
8.1. Resultados de los índices bióticos de Calidad Ambiental.....	67
8.1.1. Índice BMWP´col.	67
8.1.2. Índice BMWP´bol	68
8.1.3. Índice ABI.....	69
8.1.4. Índice EPT	71
8.1.5. IHF.....	72
8.1.6. QBR.....	73
8.1.7. Índice CERA.....	74
8.2. Resultados del Análisis de los Parámetros de Campo	75
8.2.1. Conductividad	75
8.2.2. pH.....	76
8.2.3. Oxígeno Disuelto.....	77
8.2.4. Caudal.....	79
8.3. Resultados del Análisis de los Parámetros Fisicoquímicos.....	80
8.3.1. DBO ₅	80

8.3.2. DQO.....	81
8.3.3. Coliformes Termotolerantes	82
8.3.4. Nitratos.	83
8.3.5. Fosfatos.....	84
8.4. Resultados de Análisis de la Regresión Lineal, Resultados de “R”.	86
8.4.1. Relación entre DBO ₅ , NO ₃ y COLIFORMES TERMOTOLERANTES	86
8.4.2. Relación entre COLIFORMES TERMOTOLERANTES, CONDUCTIVIDAD y OXÍGENO DISUELTO.....	86
8.4.3. Relación entre DBO ₅ , DQO y OXÍGENO DISUELTO.....	87
8.4.4. Relación entre PO ₄ , NO ₃ y OXÍGENO DISUELTO.	87
8.4.5. Relación entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	88
8.4.6. Relación entre CONDUCTIVIDAD, NO ₃ y PO ₄	89
8.4.7. Relación entre DQO, PO ₄ y OXÍGENO DISUELTO.....	89
8.4.8. Relación entre DBO ₅ , PO ₄ y OXÍGENO DISUELTO.....	90
8.4.9. Resultados de Regresión lineal entre PO ₄ , OXÍGENO DISUELTO y CONDUCTIVIDAD	90
8.4.10. Relación entre PO ₄ , CONDUCTIVIDAD y pH.....	91
8.4.11. Relación entre DBO ₅ , CONDUCTIVIDAD y pH.	91
8.4.12. Relación entre DBO ₅ , CAUDAL y pH.....	92
8.4.13. Relación entre DQO, CAUDAL y pH.....	92

8.4.14. Relación entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	93
8.4.15. Relación entre pH, CONDUCTIVIDAD y OXÍGENO DISUELTO.....	93
8.4.16. Relación entre DQO, OXÍGENO DISUELTO y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	94
8.4.17. Relación entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y NO ₃	94
8.4.18. Relación entre DQO, CONDUCTIVIDAD y PO ₄	95
8.4.19. Relación entre DQO, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	96
8.4.20. Relación entre NO ₃ , CAUDAL y OXÍGENO DISUELTO.....	96
8.4.21. Relación entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y DBO ₅ ...	97
8.4.22. Relación entre PO ₄ , CAUDAL y NO ₃	97
8.4.23. Relación entre DBO ₅ , DQO y pH.	98
8.4.24. Relación entre DBO ₅ , DQO y PO ₄	98
8.4.25. Relación entre DQO, NO ₃ y DBO ₅	99
8.4.26. Relación entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y CAUDAL.....	99
9. Discusión.....	100
10. Conclusiones	103
11. Recomendaciones.	106
12. Lista de referencias.	107
13. Anexos	112

ANEXO 1. PLANO DE UBICACIÓN	112
ANEXO 2. RESULTADOS DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS ENCONTRADOS EN LAS DOS CAMPAÑAS DE MUESTREO.....	114
ANEXO 3. HOJAS DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DEL RÍO LLAUCANO	116
ANEXO 4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN.....	141
ANEXO 5. INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO	183

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala de valores del Índice EPT	37
Tabla 2: Clasificación de las aguas, significado ecológico de acuerdo al índice BMWP/col y colores para representaciones cartográficas.	39
Tabla 3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col de acuerdo a los valores originales del BMWP y ajustados por Roldán (2003) para Colombia.	41
Tabla 4: Lista de la fauna de macroinvertebrados y los valores asignados para indicar el grado de contaminación propuesto para el índice BMWP/Bol.	44
Tabla 5: Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol, además de los colores a ser utilizados en la representación cartográfica.....	44
Tabla 6: Valoración del índice IHF	46
Tabla 7: Valoración de la calidad de ribera con el índice QBR-And.	47
Tabla 8: Valoración del Índice ABI.....	48
Tabla 9: Principales órdenes de macroinvertebrados bentónicos comunes utilizados para análisis de calidad de agua en ríos.	58
Tabla 10: Tabla de Operacionalización de variables dependientes e independientes	62
Tabla 11: Ubicación de los puntos de muestreo.	64
Tabla 12: Resultados del índice BMWP/col obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	67
Tabla 13: Resultados del índice BMWP´bol obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	68
Tabla 14: Resultados del índice ABI obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	69

Tabla 15: Resultados del índice EPT obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	71
Tabla 16: Resultados del IHF obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	72
Tabla 17: Resultados QBR obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	73
Tabla 18: Resultados del índice CERA obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	74
Tabla 19: Resultados de la Conductividad obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	75
Tabla 20: Resultados del pH obtenido en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	76
Tabla 21: Resultados del Oxígeno Disuelto obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	77
Tabla 22: Resultados del Caudal obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo. ..	79
Tabla 23: Resultados del DBO ₅ obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	80
Tabla 24: Resultados del DQO obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	81
Tabla 25: Resultados de Coliformes Termotolerantes obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	82
Tabla 26: Resultados de Nitratos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo. ..	83
Tabla 27: Resultados de Fosfatos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo. .	84
Tabla 28: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , NO ₃ y COLIFORMES TERMOTOLERANTES	86
Tabla 29: Resultados de Regresión lineal entre COLIFORMES TERMOTOLERANTES, CONDUCTIVIDAD y OXÍGENO DISUELTO.	86
Tabla 30: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , DQO y OXÍGENO DISUELTO	87
Tabla 31: Resultados de Regresión lineal entre PO ₄ , NO ₃ y OXÍGENO DISUELTO.	87

Tabla 32: Resultados de Regresión lineal entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.	88
Tabla 33: Resultados de Regresión lineal entre CONDUCTIVIDAD, NO ₃ y PO ₄	89
Tabla 34: Resultados de Regresión lineal entre DQO, PO ₄ y OXÍGENO DISUELTO.	89
Tabla 35: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , PO ₄ y OXÍGENO DISUELTO.	90
Tabla 36: Resultados de Regresión lineal entre PO ₄ , OXÍGENO DISUELTO y CONDUCTIVIDAD.	90
Tabla 37: Resultados de Regresión lineal entre PO ₄ , CONDUCTIVIDAD y pH.....	91
Tabla 38: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , CONDUCTIVIDAD y pH.....	91
Tabla 39: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , CAUDAL y pH.....	92
Tabla 40: Resultados de Regresión lineal entre DQO, CAUDAL y pH.	92
Tabla 41: Resultados de Regresión lineal entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES	93
Tabla 42: Resultados de Regresión lineal entre pH, Conductividad y Oxígeno Disuelto	93
Tabla 43: Resultados de Regresión lineal entre DQO, OXÍGENO DISUELTO y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	94
Tabla 44: Resultados de Regresión lineal entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y NO ₃	95
Tabla 45: Resultados de Regresión lineal entre DQO, CONDUCTIVIDAD y PO ₄	95
Tabla 46: Resultados de Regresión lineal entre DQO, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.	96
Tabla 47: Resultados de Regresión lineal entre NO ₃ , CAUDAL y OXÍGENO DISUELTO.	96
Tabla 48: Resultados de Regresión lineal entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y DBO ₅	97
Tabla 49: Resultados de Regresión lineal entre PO ₄ , CAUDAL y NO ₃	97

Tabla 50: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , DQO y pH.....	98
Tabla 51: Resultados de Regresión lineal entre DBO ₅ , DQO y PO ₄	98
Tabla 52: Resultados de Regresión lineal entre DQO, NO ₃ y DBO ₅	99
Tabla 53: Resultados de Regresión lineal entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y CAUDAL	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de descarga de las aguas residuales de la ciudad de Bambamarca.	17
Figura 2: Gráfica de Resultados del índice BMWP/col obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.....	67
Figura 3: Gráfica de Resultados del índice BMWP/bol obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.....	68
Figura 4: Gráfica de Resultados del índice ABI obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	70
Figura 5: Gráfica de Resultados del índice EPT obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	71
Figura 6: Gráfica de Resultados del IHF obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	72
Figura 7: Gráfica de Resultados del QBR obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	73
Figura 8: Gráfica de Resultados de la Conductividad obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.....	75
Figura 9: Gráfica de Resultados del pH obtenido en los 8 puntos y dos campañas de muestreo	76
Figura 10: Gráfica de Resultados del Oxígeno Disuelto obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.....	78
Figura 11: Gráfica de Resultados del Caudal obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	79
Figura 12: Gráfica de Resultados del DBO ₅ obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	80

Figura 13: Gráfica de Resultados del DQO obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	81
Figura 14: Gráfica de Resultados de Coliformes Termotolerantes obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	82
Figura 15: Gráfica de Resultados de Nitratos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	84
Figura 16: Gráfica de Resultados de Fosfatos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.	85

RESUMEN

Se estudiaron las comunidades de macroinvertebrados presentes en el Río Llaucano, y las variables fisicoquímicas correspondientes para un análisis integrado de calidad de agua. Para el análisis de calidad de agua se usaron métodos biológicos (los índices BMWP/ col, BMWP/ bol, CERA, EPT, ABI) fisicoquímicos y Biológicos (DBO, DQO, Nitratos, Fosfatos, Coliformes termotolerantes, pH, Turbidez, Conductividad, oxígeno disuelto y Caudal.). Se seleccionaron 8 puntos de muestreo, los cuales se diferenciaron en zonas rápidas y zonas lentas para la recolección de especies de macroinvertebrados. Para las muestras fisicoquímicas se tomaron las variables mencionadas líneas arriba por cada punto de muestreo. Se evidenció cambios en las estructuras de las comunidades de macroinvertebrados a medida que la calidad del agua disminuye, las variables fisicoquímicas también presentan cambios con respecto al nivel de intervención antrópico que se genera sobre la cuenca. Existe una fuerte relación variables fisicoquímicas analizadas y la en la abundancia relativa de familias y géneros de macroinvertebrados. Al evaluar la contaminación orgánica del Río Llaucano se pudo determinar que la estación que presenta la mayor contaminación fue PM3 debido a su cercanía a la provincia de Bambamarca, también podemos indicar que de acuerdo a los 5 índices aplicados la mayor calidad del ecosistema acuático del Río Llaucano se presentó en las estaciones PM5 y PM6 en ambas campañas que obtuvieron resultados que van de regular a buena durante todo el estudio y al realizar la regresión lineal los parámetros Coliformes termotolerantes, Conductividad y Oxígeno Disuelto guardan una relación directa con los resultados de los índices BMWP´COL, BMWP´BOL, ABI, EPT y CERA.

ABSTRACT

The macroinvertebrate communities present in the Llaucano River were studied, as well as the corresponding physicochemical variables for an integrated analysis of water quality. For the analysis of water quality, biological methods (the BMWP / col, BMWP / bol, CERA, EPT, ABI), physicochemical and biological (BOD, COD, Nitrates, Phosphates, Thermotolerant Coliforms, pH, Turbidity, Conductivity and oxygen) were used. Dissolved and Flow. Eight sampling points were selected, which differentiated into fast zones and slow zones for the collection of macroinvertebrate species. For the physicochemical samples, the variables mentioned above were taken for each sampling point. Changes in the structures of the macroinvertebrate communities were evidenced as the quality of the water decreases, the physicochemical variables also present changes with respect to the level of anthropic intervention that is generated on the basin. There is a strong relationship physicochemical variable analyzed and the relative abundance of families and genera of macroinvertebrates. When evaluating the organic contamination of the Llaucano River, it can be determined that the station with the highest contamination was PM3 due to its proximity to the province of Bambamarca. We can also indicate that according to the 5 applied indices the highest quality of the river's aquatic ecosystem Llaucano was presented at stations PM5 and PM6 in both campaigns that obtained results ranging from fair to good throughout the study and when performing the linear regression the thermotolerant Coliform, Conductivity and Dissolved Oxygen parameters are directly related to the results of the indices BMWP'COL, BMWP'BOL, ABI, EPT and CERA.

1. Título.

**DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA DEL RÍO
LLAUCANO – CAJAMARCA PERÚ APLICANDO
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DE
LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO 2018.**

2. El problema de investigación.

2.1. Planteamiento del problema de investigación.

Uno de los principales problemas asociados a la contaminación de los ríos en el Perú son las aguas residuales. La falta de plantas de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional ocasiona que éstas sin previo tratamiento sean vertidas a los ríos directamente produciendo graves impactos y alterando su calidad. Sin ir muy lejos la misma capital de departamento como Cajamarca ciudad no posee un sistema adecuado y funcional de tratamiento de sus aguas residuales. No existe entonces en la actualidad sistemas de tratamiento de aguas residuales en las principales capitales de provincia en el departamento de Cajamarca. Los impactos de los contaminantes en los ríos son evaluados bajo criterios físicos, químicos y bacteriológicos según la normativa peruana. Estos procesos se desligan del uso de componentes esenciales como los organismos vivos (algas, peces, macroinvertebrados, plantas, etc.) que se encuentran en los ríos y nos puedan dar una idea de cómo se están alterando los ecosistemas acuáticos a corto, mediano y largo plazo. El Río Llaucano no es una excepción a lo mencionado anteriormente, la ciudad de Bambamarca vierte sus aguas residuales

directamente al Río Llaucano sin previo tratamiento y este proceso desde hace varios años ha alterado su condición. Ver Figura 1.



Figura 1: Zona de descarga de las aguas residuales de la ciudad de Bambamarca.

Fuente: Elaboración Propia (2018).

2.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el grado de contaminación orgánica del Río Llaucano al aplicar macroinvertebrados bentónicos?

2.3. Justificación de la investigación

El presente trabajo se justifica por las siguientes razones:

- No existe una data actual sobre los niveles de contaminación de origen orgánica en la zona por lo que el presente estudio pretende establecer una línea de base de la concentración de DBO, DQO, Nitratos, Fosfatos, Coliformes termotolerantes, pH, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto y caudal de los principales tributarios del Río Llaucano.

- Existe una necesidad de conocer la calidad del ecosistema acuático debido a la presencia de actividades agrícolas, vertimiento de aguas residuales, etc. Que alteran su condición.
- El uso de macroinvertebrados bentónicos es una herramienta muy útil para reducir los costos de evaluación ambiental.

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo general

Determinar la contaminación orgánica del Río Llaucano aplicando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las familias de Macroinvertebrados Bentónicos presentes en el Río Llaucano.
- Determinar la calidad del agua para contaminantes orgánicos aplicando los índices BMWP'col, BMWP'bol, ABI, EPT y CERA.
- Determinar parámetros Físicoquímicos y Biológicos. DBO, DQO, Nitratos, Fosfatos, Coliformes termotolerantes, pH, Turbidez, Conductividad, oxígeno disuelto y Caudal.
- Correlacionar los parámetros físicoquímicos y biológicos con los índices bióticos de calidad ambiental.

4. Marco teórico

4.1. Teorías que sustentan la investigación

4.1.1. Antecedentes a nivel mundial

Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile.

Según Figueroa, Valdovinos, Araya y Parra (2003), la Cuenca Hidrográfica del Río Damas (40°39' S, 72°23' O), presenta una intensa actividad agrícola y ganadera en un 78.2% de su superficie, lo cual se ha traducido en importantes aportes de nutrientes al ecosistema acuático. Los objetivos de este estudio fueron: (a) analizar la distribución espacial de la macrofauna bentónica en la cuenca y (b) determinar la viabilidad de utilizar el Índice Biótico de Familias (IBF) para evaluación de la calidad de las aguas. Los muestreos se realizaron en enero de 1998 con una red Surber (0.09 m²), en 15 sitios distribuidos en el curso principal y sus tributarios. Se registró un total de 77 taxa, siendo los grupos más diversos *Plecóptera* (16%), *Trichoptera* (16%), *Díptera* (14%) y *Ephemeroptera* (12 %). Se observó una marcada tendencia a la disminución de riqueza específica desde la cabecera de la cuenca hacia aguas abajo. Las abundancias, biomásas y el IBF, presentaron una tendencia inversa a la riqueza específica. IBF se correlacionó significativa y positivamente con el fósforo total ($r^2 = 0.71$), temperatura ($r^2 = 0.66$), nitrito ($r^2 = 0.56$), conductividad eléctrica ($r^2 = 0.50$), demanda biológica de oxígeno ($r^2 = 0.46$) y nitrógeno total ($r^2 = 0.46$), y negativamente con oxígeno disuelto ($r^2 = 0.53$), variables estrechamente asociadas al uso intensivo de fertilizantes en la cuenca. Los resultados sugieren

que el IBF es un buen indicador de la calidad de las aguas de los ríos de cuencas agrícolas y ganaderas del sur de Chile.

Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul (Cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua.

Según Guerrero-Bolaño, Manjarrés-Hernández y Núñez-Padilla (2003) en julio de 2002 se realizó el estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos asociados a cuatro coriotipos (piedra, hojarasca, sedimento y macrófitas) en el sector de Pozo Azul sobre la cuenca del río Gaira (Magdalena, Colombia). Se discute la relación entre la estructura de la comunidad y la calidad del agua del sector. Los parámetros fisicoquímicos estuvieron determinados en gran medida por las características geográficas del sistema. El agua se caracterizó por estar saturada de oxígeno y por la ausencia de compuestos intermedios de la estabilización de la materia orgánica como nitritos y amonio. Se colectaron 588 individuos distribuidos en 11 órdenes y 38 familias. Los órdenes más representativos fueron *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Díptera* y *Ephemeroptera*, siendo el último de ellos el más abundante. Las familias más representativas fueron *Baetidae*, *Simuliidae*, *Perlidae*, *Chironomidae* e *Hydropsychidae*, en ese mismo orden de abundancia. Para la relación de la estructura de la comunidad con la calidad del agua se calculó el índice BMWP, adaptado por la Universidad del Valle, Cali, Colombia, que estableció para este caso un agua de óptima calidad y *oligosapróbica*, según la ecología *sapróbica*, estado alcanzado luego de la estabilización frente a pequeñas alteraciones inducidas por las actividades del cultivo del café en la zona.

Estudio comparativo del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Ebro mediante macroinvertebrados y diatomeas.

Según Oscoz, Gomà, Ector, Cambra, Pardos, y Durán (2007) se ha estudiado durante el verano de 2002 el estado ecológico en 87 estaciones de muestreo repartidas a lo largo de la cuenca del Ebro (España) mediante diferentes índices bióticos de macroinvertebrados y diatomeas. La mayor parte de las estaciones analizadas alcanzaron al menos un nivel de estado ecológico “Bueno”, pero se vieron algunas diferencias entre los distintos tipos fluviales existentes, teniendo una mejor calidad aquellos tipos correspondientes a zonas de cabecera y ríos de montaña. En general las estaciones con un estado ecológico peor correspondían a tramos bajos de ríos cercanos a núcleos urbanos e industriales, zonas con importante actividad agrícola y ganadera o tramos por debajo de embalses. Se ha observado una correlación positiva significativa entre los índices de macroinvertebrados y diatomeas empleados, tanto en lo concerniente a los valores obtenidos, como respecto a las clases de estado ecológicas resultante.

4.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima – Perú.

Según Iannacone, Mansilla y Ventura (2003) se realizó un estudio para evaluar la biodiversidad y similitud de los macroinvertebrados de los bentos de las lagunas de Puerto Viejo del 15 de Julio al 15 de octubre del 2001. Se realizaron siete muestreos (M) temporales en ocho estaciones (E) espaciales en sus lagunas naturales y artificiales. Se calculó la diversidad alfa usando el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), el de Equidad de Pielou (J') y el Índice de Dominancia de Simpson (C). Para la determinación de la diversidad beta se

empleó los Índices cuantitativos de Sørensen y Morisita-Horn. Un total de 5519 especímenes, tres filas, seis órdenes, nueve familias y 10 especies fueron colectados en el macrozoobentos durante todo este estudio. Las taxas más dominantes durante este estudio fueron: *Melanoides tuberculata* (Müller) (*Mesogastropoda: Thiaridae*) con 3276 individuos (59.36 %), *Chironomus sp.* (*Diptera: Chironomidae*) con 1281 individuos (23.21 %) y *Heleobia cumingi* (*Orbigny*) (*Mesogastropoda: Hydrobiidae*) con 891 individuos (16.14 %). Estas tres especies presentaron una distribución espacial amontonada a lo largo de todos los muestreos realizados. Los valores de diversidad alfa mediante los Índices de diversidad de Shannon-Wiener, de Equidad de Pielou y de Simpson no variaron significativamente entre los siete muestreos realizados y entre las ocho estaciones censadas.

Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú.

Según Villanueva y Zapata (2016) el objetivo de la investigación fue analizar el estado de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales. Se definieron tres sectores de muestreo en dos épocas contrastantes. La valoración de las presiones antrópicas se realizó mediante la determinación de la carga de DBO₅ aportada por aguas residuales. Se colectaron muestras de agua para la determinación de nitratos, fosfatos y Coliformes termotolerantes. Los indicadores medidos in situ fueron: oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, conductividad, temperatura, pH y turbidez. Las muestras de macroinvertebrados bentónicos se colectaron utilizando una red Surber con malla de 250 µm de abertura. Los resultados de la presión antrópica

sobre los macroinvertebrados bentónicos fueron: media de DBO5 de aguas residuales de la actividad piscícola 7.70 mg/L, de la actividad pecuaria 869 mg/L y de la actividad urbana 428.3 mg/L. Los resultados de los indicadores físico-químicos y bacteriológicos mostraron diferencias significativas para la conductividad, temperatura y sólidos totales disueltos. Se identificaron cuatro phyla, siete clases, 12 órdenes y 26 familias de macroinvertebrados bentónicos. Se concluye que las descargas de aguas residuales de las actividades pecuaria y urbana son presiones antrópicas significativas sobre la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos. Los indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos de la calidad del agua determinados, según sector y época de muestreo, están en el rango de los ECA para agua de ríos de la sierra. La riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos, según sector y época de muestreo, presentaron diferencias significativas.

Evaluación de comunidades de macroinvertebrados asociados a tres especies de macrófitas acuáticas en la laguna de Moronacocha, Iquitos.

Según Saavedra, Chung y Aguilar (2011) el objetivo fue evaluar la riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos asociados a tres especies de macrófitas acuáticas del Lago Moronacocha. Los muestreos se realizaron entre los meses de mayo y julio del 2009; se realizaron colectas mensuales de 27 muestras de cada *macrófita*, tomándose adicionalmente medidas de parámetros físico-químicos: temperatura, oxígeno y pH. Las muestras de *Pistia stratiotes* (*huama*) y *Echinocloa crassipes* (*putu putu*), fueron colectadas con una red de bentos (20 x 30cm y 180 μ m de abertura de malla), mientras que los ejemplares de *Echinocloa polystachya* (*gramalote*) fueron colectados manualmente. No se

encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto la riqueza y abundancia entre las tres macrófitas evaluadas ($P > 0.05$). Se encontró una abundancia de 1538 individuos, siendo las familias más abundantes en la colecta: *Chironomidae*, *Noteridae* y *Haplotaixidae*, siendo además *Hydrophilidae*, *Elmidae* y *Planorbidae* abundantes solo para *Pistia stratiotes*. De las 31 familias reportadas en este estudio, 17 estuvieron presentes en las tres macrófitas evaluadas. Los valores promedio de T° (26.4 °C) y pH (6.7) registrados se encontraron dentro de los límites adecuados. Concluyendo que la composición de macroinvertebrados acuáticos en el Lago Moronacocha, no está influenciada por el tipo de *macrófita* que existe en ella.

4.1.3. Antecedentes a nivel local

Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú.

Según Paredes y Alvarino (2004) los macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú.

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos (MIB) pueden emplearse como eficientes indicadores biológicos de la calidad de agua en los ecosistemas dulceacuícolas. Durante el período febrero-marzo 2002 se desarrolló dos evaluaciones de MIB en la región Nororiental del Marañón, Perú, para analizar su composición faunística, riqueza de familias y calidad de agua con base en el índice "Biological Monitoring Working Party" (BMWP).

La primera evaluación fue en el río Wuawuas (Bagua, Amazonas; 05°14.13' S, 78°21.98' W), en siete estaciones de muestreo. Se valoró la calidad del agua según el índice BMWP, catalogándose como aguas con algunos efectos de contaminación o de calidad aceptable (67 puntos). Se obtuvo 22 taxones, con predominancia de tres órdenes de insectos: *Trichoptera* (40 %), *Plecóptera* (16 %) y *Ephemeroptera* (10%). Las familias más representadas fueron: *Xiphocentronidae* (15 %), *Odontoceridae* (12 %), *Baetidae* (10 %), *Perlidae* (9 %) y *Psephenidae* (8 %). La segunda evaluación fue en el río Amojú (Jaén, Cajamarca; 05°15.15' S, 78°48.29' W), con ocho estaciones de muestreo. Según la BMWP, se obtuvo una categoría equivalente a entre aguas contaminadas o de calidad dudosa, a aguas muy contaminadas o de calidad crítica (38 puntos). Se registró 30 taxones, con predominancia de tres órdenes de insectos: *Ephemeroptera* (27 %), *Trichoptera* (25 %) y *Díptera* (21 %). Las familias más representadas fueron *Chironomidae* (19%), *Hydropsychidae* (16%), *Siphonuridae* (9 %), *Perlidae* (8 %) y *Leptophlebiidae* (8 %). En este segundo lugar, los análisis físico-químicos no indicaron efectos de perturbación en el ecosistema acuático. La similitud de familias fue baja entre ambas localidades, según los índices de Jaccard ($L = 20 \%$) y Sorensen ($I_s = 35 \%$). En las dos localidades, los valores de la serie de números de Hill fueron semejantes. Finalmente, se analiza la potencialidad del empleo de los MIB para evaluar la calidad de agua en ríos del Perú.

Desarrollo de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana basada en macroinvertebrados bentónicos en la Cuenca del Jequetepeque (Cajamarca, Perú).

Según Flores y Huamantínco (2017) La cuenca de Jequetepeque está amenazada por la contaminación minera y ésta es una de las principales causas de los conflictos socioambientales. La vigilancia ciudadana de sus cuerpos de agua, con macroinvertebrados bentónicos, puede generar alertas tempranas de contaminación y acciones pertinentes de conservación. Atendiendo a esta importancia, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar y evaluar la efectividad de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana para zonas con riesgo de contaminación minera. Metodológicamente, se inició por obtener, a partir de la bibliografía existente, una lista de taxones para la zona que sirvió de base para elaborar una Guía de Vigilancia Ambiental con macroinvertebrados bentónicos. La guía fue validada en un río con riesgo de impacto minero (San Pablo, San Pablo, Cajamarca) en un taller con ciudadanos(as) de 16 organizaciones vinculadas a la gestión del agua. Asimismo, se comparó los resultados de la evaluación ciudadana con una evaluación científica realizada por un profesional. Ambas evaluaciones obtuvieron las mismas cuatro órdenes de Insecta y similar cantidad de familias: 11 y 14 respectivamente; así también calificaciones similares respecto a calidad de agua: “Buena” y “Aceptable” en los índices ABI y BMWP/Col. Las familias más fácilmente identificadas por los ciudadanos fueron las de mayor tamaño (*Leptophlebiidae*), abundancia (*Chironomidae*) y con características particulares (*Elmidae*). Se concluyó que con la metodología aplicada y validada es posible realizar vigilancia ambiental

ciudadana de la calidad del agua en zonas mineras, a la vez que la propuesta puede alcanzar mayor eficiencia bajo una capacitación completa.

Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en el río Chicama. Regiones. La libertad - Cajamarca. Perú. 2006.

Según Balmaceda (2007) el uso de bioindicadores para determinar la salud de los cuerpos de agua, es de suma importancia por la información actual y retrospectiva de los impactos que podrían estar sufriendo y seleccionarlos implica determinar los valores numéricos de indicación primaria del taxón respecto a los factores ambientales. Por ello se relacionó las variables ambientales con el Índice Biótico Andino del río Chicama, que evidencia entradas de contaminantes; a través de muestreos periódicos en 12 estaciones, en invierno y primavera 2006, se evaluó el zoobentos y variables físico-químicas. Se calculó el Índice Biótico tanto de Familia, y el Andino (IBA). Se aplicó el análisis de correspondencias múltiples. Se estableció la relación entre las variables y el IBA con el coeficiente de Spearman e igualmente un análisis de regresión. Se concluye que la calidad del agua del río Chicama, es de regular a mala.

4.2. Bases Teóricas

4.2.1. Impacto Ambiental

Según la opinión de Aliaga (2013) “Se entiende por impacto ambiental el efecto que produce una acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

Técnicamente, es la alteración de la línea de base, debido a la acción antrópica o a eventos naturales”.

Por otra parte, siguiendo a Aliaga (2013) las acciones humanas, son los principales motivos que han producido que un bien o recurso natural sufra cambios negativos. Ahora los recursos naturales se encuentran amenazados en todos los sentidos: el agua, el suelo, el aire son recursos que están siendo afectados por medidas o acciones sin previos estudios que permitan mitigar estos impactos, la minimización del impacto ambiental es un factor preponderante en cualquier estudio que se quiera hacer en un proyecto o acción a ejecutar, con esto se logrará que los efectos secundarios pueden ser positivos y, menos negativos.

4.2.2. Contaminación Ambiental

Según Cajas (2013) la contaminación es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en un medio físico o en un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, o luz), o incluso genes. A veces el contaminante es una sustancia extraña, o una forma de energía, y otras veces una sustancia natural.

4.2.3. Monitoreo Ambiental

Según Sors (1987) el monitoreo ambiental se define como la observación de la presencia de factores dañinos como toxinas, bacterias, sustancias químicas y

otros contaminantes en un lugar específico. Estos lugares con frecuencia deben incluir sitios como el área de trabajo o ciertas áreas del ambiente.

Adicional a lo anterior, Sores (1987) considera como un sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos; el monitoreo es una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control.

4.2.4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP)

En el año 2015 el Ministerio del Ambiente (MINAM) indica que el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permissible (LMP) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas

Los ECA son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (MINAM, 2015).

Los LMP miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva (minería, hidrocarburos, electricidad, etc.), que al exceder causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (MINAM, 2015).

4.2.5. Límite de Detección

Límite de detección es la menor cantidad de un analito cuya señal puede ser distinguida de la del ruido. El límite de detección (LDD) se define habitualmente como la cantidad o concentración mínima de sustancia que puede ser detectada con fiabilidad por un método analítico determinado. Intuitivamente, el LDD sería la concentración mínima obtenida a partir de la medida de una muestra (que contiene el analito) que seríamos capaces de discriminar de la concentración obtenida a partir de la medida de un blanco, es decir, de una muestra sin analito presente (Cajas, 2013).

4.2.6. Los Valores Límite Umbral

Se han desarrollado como guías para la ayuda en el control de los riesgos a la salud. Estos valores recomendados están propuestos para usarlos en la práctica de la higiene industrial y deben de interpretarse y aplicarse sólo por personas con experiencia en esta disciplina (Cajas, 2013).

4.2.7. Bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático

Según Pinilla (2011) considera que un organismo es un indicador de la calidad del agua, cuando este se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que se comparte el mismo hábitat. Así, por ejemplo, en ríos de montañas de aguas frías, muy transparentes, oligotróficas y muy bien oxigenadas, se espera siempre encontrar poblaciones dominantes de efemeróptero, *tricopteros* y *plecópteros*; pero también se espera

encontrar en bajas proporciones, *odonatos*, *hemípteros*, *dípteros*, *neurópteros*, *ácaros*, *crustáceos* y otros grupos menores.

4.2.8. Indicador biológico

Generalmente todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquella cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita (Pinilla, 2011).

Los indicadores biológicos se han asociado directamente con la calidad del agua más que con procesos ecológicos o con su distribución geográfica. Es pertinente aclarar que más que a un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora, y en el mejor de los casos al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora (Pinilla, 2011).

El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia (normalmente es la sensibilidad) a varios parámetros. Usualmente los biólogos emplean bioindicadores de contaminación debido a su especificidad y fácil monitoreo. los organismos indicadores como la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones (Pinilla, 2011).

4.2.9. Principios de la Bioindicación

Un contaminante o cualquier otro evento particular que perturbe las condiciones iniciales de un sistema acuático provocaran una serie de cambios en los organismos, cuya magnitud dependerá del tiempo que dure la perturbación, su intensidad y su naturaleza. La acción puede ser indirecta (cambios en el medio) o directa (ingestión o impregnación). Los efectos sobre la fauna acuática cuando es sometida a la descarga de una sustancia tóxica; a medida que transcurre el tiempo se pasa de respuestas individuales (bioquímicas y fisiológicas) a respuestas poblacionales, comunitarias y ecosistemitas (Pinilla, 2011).

Entonces un indicador biológico será aquel que logre soportar los efectos ocasionados por el elemento perturbante, es decir, que muestre algún tipo de respuesta compensatoria o tolerante. Estas respuestas significan para la especie mantener el funcionamiento normal a expensas de un gran gasto metabólico (Pinilla, 2011).

4.2.10. Importancia de los Indicadores Biológicos

El uso de especies para detectar procesos y factores en los ecosistemas acuáticos tiene varias ventajas:

Las poblaciones de animales y plantas acumulan información que los análisis fisicoquímicos no detectan, es decir, las especies y comunidades bióticas responden a efectos acumuladores intermitentes que en determinado momento un muestreo de variables químicas o físicas pasan por alto (Pinilla, 2011).

Según la opinión de Pinilla (2011) “La vigilancia biológica evita la determinación regular de un número excesivo de parámetros químicos y físicos, ya que en los organismos se sintetizan o confluyen muchas de estas variables”.

Pinilla (2011) también señala que “Los indicadores biológicos permiten detectar la aparición de elementos contaminantes nuevos o insospechados”.

Pinilla (2011) asimismo considera “Puesto que muchas sustancias se acumulan en el cuerpo de ciertos organismos, su concentración en esos indicadores puede reflejar el nivel de contaminación ambiental”.

Como no es posible tomar muestras de toda la biota acuática, la selección de algunas pocas especies indicadoras simplifica y reduce los costos de la valoración sobre el estado del ecosistema, a la vez que se obtiene solo la información pertinente, desechando un cúmulo de datos difícil de manejar e interpretar (Pinilla, 2011).

4.2.11. Utilidad de los Bioindicadores

El principal uso que se le ha dado a los indicadores biológicos ha sido la detección de sustancias contaminantes, ya sean estos metales pesados, materia orgánica, nutrientes (eutrofización), o elementos tóxicos como hidrocarburos, pesticidas, ácidos, bases y gases con miras a establecer la calidad del agua (Pinilla, 2011).

4.2.12. Selección de Bioindicadores

Antes de seleccionar bioindicadores, se debe definir qué factor ambiental o para que tipo de contaminación se quiere un indicador empleando organismos acuáticos. Casi cualquier especie puede ser indicador de algo, pero puesto que el conocimiento de la autoecología de la mayoría de las especies es mínimo, y si no fuera ese el caso, los recursos son limitados, entonces se debe seleccionar a aquellos organismos potencialmente más útiles para el problema particular a resolver (Pinilla, 2011).

Según la opinión de Hellawell (1986) al seleccionar indicadores de protección ambiental los siguientes atributos son particularmente deseables. Un indicador ideal debería, por supuesto, sin ambigüedades indicar parámetros ambientales mediante su presencia muy estrechamente definida. Este ideal raramente se realiza, pero los buenos indicadores ambientales:

- a) Son fácilmente identificados, incertidumbres taxonómicas pueden confundir la interpretación de los datos.
- b) Pueden ser fácilmente muestreados, esto es, sin necesidad de varios operarios o equipos costosos, y cuantitativamente.
- c) Tener distribución cosmopolita, la ausencia de especies con requerimientos ecológicos muy estrechos y distribución limitada puede no estar asociado a la polución, etc.
- d) Deben estar asociados a abundantes datos auto ecológicos, esto es de considerable ayuda en el análisis de resultados de estudios y legados de polución o índices bióticos.

- e) Deben tener importancia económica como recurso o perjuicio o peste: especies económicamente importantes (peces) o son perjudiciales (algunas algas) tienen interés intrínseco.
- f) Deben fácilmente acumular poluentes, especialmente para reflejar niveles ambientales puesto que esto facilita la comprensión de su distribución en relación al nivel de poluentes.
- g) Deben ser fácilmente cultivables en laboratorio, lo cual también ayuda en estudios experimentales relacionados de sus respuestas a poluentes y observaciones de campo.
- h) Deben tener baja variabilidad, tanto genética como en su rol (nicho) en la comunidad biológica.

4.2.13. Calidad Ecológica

La calidad del agua o calidad ecológica es un indicador de suma importancia para tocar aspectos de los ecosistemas y el bienestar humano como la salud de una comunidad, los alimentos que se producen, las actividades económicas, la salud del ecosistema y la biodiversidad. Por lo tanto, la calidad del agua también es influyente en la determinación de la pobreza humana, la riqueza y los niveles educativos.

Desde una perspectiva de gestión, la calidad del agua se define por su uso final deseado. En consecuencia, el agua para la recreación, la pesca, la bebida, y hábitat para los organismos acuáticos requieren mayores niveles de pureza, mientras que, para la energía hidráulica, normas de calidad son mucho menos importantes. Por esta razón, la calidad del agua tiene una definición amplia (CEPE / ONU, 1995). Y valoración de la calidad ecológica se refiere a la

evaluación de la naturaleza, química, física y biológica del agua, en relación con su calidad natural, efectos humanos y uso (UNESCO/WHO/UNEP 1992).

4.2.14. Biomonitorio

El Proceso de la evaluación de la calidad acuática o ecológica incluye el uso del monitoreo como principal herramienta para definir la condición del recurso. El monitoreo puede abarcar periodos de muestreo largos, mediciones estandarizadas, colección de información en cierto número de estaciones, con el fin de recabar datos destinados a verificar las relaciones causa-efecto. Los métodos de evaluación y monitoreo tradicionalmente usados son los químicos, en que se miden variables como el oxígeno disuelto, pH, DBO, DQO, conductividad, etc. En Bolivia existe abundante información en zonas mineras y urbanas. La desventaja de los métodos químicos es que solo dan un resultado puntual y momentáneo, que puede cambiar en poco tiempo. (Adriaanse. 1994, 1996).

4.2.15. Índice EPT

Según Alonso y Camargo, (2005) Refieren a este índice como la presencia o ausencia de los órdenes *Ephemeroptera*, *Plecóptera* y *Trichoptera* en una comunidad biológica. En general, las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas de aquí su uso como indicadores en el cálculo del índice.

De acuerdo con el Instituto Mi Río y la Universidad de Antioquia (2001), este índice corresponde a un valor determinado por tres grupos taxonómicos muy sensibles a la contaminación y que por lo general son indicadores de aguas limpias. Los grupos corresponden a *Efemerópteros (E)*, *Tricopteros (T)* y *Plecópteros (P)*. La relación entre la suma de los individuos de ETP y el número total de individuos determinados da el índice.

$$EPT = (Ephemeroptera + plecóptera + Trichoptera) \times 100/N$$

Donde:

N = Número de individuos de la muestra.

Cuando el valor es mayor del 50 % señala que la mayoría de los organismos son indicadores de aguas limpias y sensibles a los tenses ambientales. Mientras mayor es el valor del índice mejor calidad biológica tendrá el sistema. El resultado obtenido se compara con los siguientes valores y se determina la calidad del agua. (Alonso y Camargo, 2005)

EPT	Calidad del Agua
1<EPT<25 ó EPT=0	Mala
25<EPT<50	Regular o de polución moderada
50<EPT<75	Buena
75<EPT<100 ó EPT=100	Óptima

Tabla 1: Escala de valores del Índice EPT

Dónde: EPT: *Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichoptera*

Fuente: Klemm et al, 1990.

4.2.16. Índice BMWP

Según Armitage (1983) The Biological Monitoring Working Party (BMWP por sus siglas en inglés) o Grupo de trabajo de monitoreo biológico representa un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Con el apoyo del National Water Council, Armitage et al. (1983), ordenaron las familias de macro-invertebrados acuáticos en 10 grupos siguiendo un gradiente de mayor a menor tolerancia a la contaminación. A cada familia le hicieron corresponder una puntuación que oscila entre 1 y 10. Con este sistema fue posible comparar la situación relativa entre estaciones de muestreo y finalmente con esta información se creó el índice BMWP.

Se consideran macroinvertebrados bentónicos a aquellos organismos invertebrados que desarrollan alguna fase de su ciclo vital en el medio acuático, y cuyo tamaño es superior a los 2 mm. Abarca insectos, moluscos, crustáceos, turbelarios y anélidos principalmente. Las familias más sensibles como *Perlidae* (*Plecóptera*) y *Oligoneuriidae* (*Ephemeroptera*) reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación, como *Tubificidae* (*Clitellata*), reciben una puntuación de 1. La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP (Armitage, 1983).

Este es un índice de fácil utilización y de aplicabilidad, las familias de los macroinvertebrados acuáticos se ordenan en 10 grupos siguiendo un gradiente de menor a mayor tolerancia a la contaminación. A cada familia se le hace corresponder una puntuación que oscila entre 10 y 1. Con este sistema de puntuación es posible comparar la situación relativa entre estaciones de

muestreo. Sin embargo, no permite emitir juicios respecto de la situación de calidad. Es por ello que se correlacionaron los valores del BMWP con cinco grados de contaminación, asignándoles una significación respecto de la misma (Alba-Tercedor y Sanchez-Ortega, 1988).

En Latinoamérica se han hecho intentos de aplicar índices para evaluar la calidad de las aguas. El libro "Bioindicación de la calidad del agua en Colombia" de (Roldan, 2003), propone el uso del BMWP/Col; que no es más que una modificación del BMWP, aplicando un puntaje de 1 a 10 a las diferentes familias de macroinvertebrados comunes en el país y para las clases de calidad de agua normalmente encontradas. Esta modificación, además incluye un color significativo para representaciones cartográficas (Tabla N° 02).

Clase	Calidad	BMWP	Significado	Color
I	Buena	101-120 > 150	Aguas muy limpias a limpias	Blue
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Green
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Yellow
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Orange
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Red

Tabla 2: Clasificación de las aguas, significado ecológico de acuerdo al índice BMWP/col y colores para representaciones cartográficas.

Fuente: Tomado de Roldán (2003).

FAMILIA	PUNTUACIÓN
---------	------------

<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hirdidae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae, Gripopterygidae.</i>	10
---	----

<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyronidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.</i>	9
--	---

<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Vellidae,</i>	8
---	---

<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, enagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae, Hydropsychidae.</i>	7
---	---

<i>Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libelulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.</i>	6
---	---

<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.</i>	5
--	---

<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Sphaeridae</i>	4
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <i>Lymnaeidae,</i> <i>Limoniidae</i> </div>	

<i>(alba tercedor) Hydrometridae, Noteridae, Dolichopudidae, Hidracarina.</i>	
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrop hilidae, Physidae, Tipulidae, Ostracoda.</i>	3
<i>Culicidae, Ephidridae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzid ae, Syrphidae</i>	2
<i>Tubificidae, Oligochaeta</i>	1

Tabla 3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col de acuerdo a los valores originales del BMWP y ajustados por Roldán (2003) para Colombia.

Fuente: Roldan (2003).

4.2.17. El Índice BMWP/Bol

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) se instituyó en Inglaterra el año 1970, como un método simple que asigna un puntaje a todos los grupos de macroinvertebrados identificados al nivel de familia, teniendo como requisito datos cualitativos de presencia o ausencia. El puntaje asignado va de 1 a 10 de acuerdo a la tolerancia a la contaminación. Las familias más sensibles tienen una puntuación de 10 y las menos sensibles de 1. Realizaron la adaptación de este índice y lo llamaron BMWP'. En Suramérica a partir de estos lineamientos se realizaron diferentes adaptaciones de acuerdo a la fauna

existente en los ríos de Argentina, Colombia, Ecuador, Venezuela, siendo solamente algunas referencias de los cientos de estudios realizados.

Los valores de sensibilidad/tolerancia establecidos para el BMWP/Bol, son elaborados a partir de una amplia base de datos de ríos ubicados en las cuencas del Amazonas, Altiplano y del Plata, además de la ponderación con los valores asignados por otros estudios realizados en la región Neotropical. Se tomaron en cuenta publicaciones científicas internacionales y nacionales, así como informes técnicos y tesis universitarias, basadas en estudios sobre la integridad ecológica de ríos y sobre impactos ambientales en las cuencas de Bolivia. Se Considera que el índice BMWP/Bol se puede aplicar, especialmente a las regiones altoandinas y los valles interandinos, pudiendo ser ajustable para otro tipo de condiciones. Sin embargo, este índice ha sido probado en diferentes regiones del país y se concuerda adecuadamente. (Alba-Tercedor & Sánchez Ortega 1988).

Clase/Orden	Fauna de Bolivia	BMWP/Bol
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Oligoneuriidae</i>	
<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae, Perlidae</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae</i>	10
<i>Coleoptera</i>	<i>Psephenidae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Athericidae, Blephariceridae</i>	
	<i>Calamoceratidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae,</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Xiphocentronidae</i>	9
<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Polymitarcydae</i>	
	<i>Helicopsychidae, Psychomyiidae,</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Glossosomatidae,</i>	
	<i>Philopotamidae, Polycentropodidae</i>	8
<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Gomphidae, Polythoridae, Megapodagrionidae</i>	

<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohiphidae</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Hydraenidae, Scirtidae</i>	
<i>Megaloptera</i>	<i>Corydalidae</i>	7
<i>Odonata</i>	<i>Calopterygidae</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Limnephilidae, Hydroptilidae</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae</i>	
<i>Gastropoda</i>	<i>Ancylidae</i>	
	<i>Corixidae, Naucoridae, Notonectidae,</i>	
<i>Hemiptera</i>	<i>Mesoveliidae,</i>	6
	<i>Hebridae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Dixidae, Psychodidae</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Dryopidae, Lutrochidae</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae, Staphylinidae, Dytiscidae, Noteridae</i>	
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	5
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	
<i>Hemiptera</i>	<i>Belostomatidae, Gerridae, Nepidae, Veliidae</i>	
<i>Gastropoda</i>	<i>Hydrobiidae, Ampullaridae</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Caenidae</i>	
	<i>Hydrophilidae, Haliplidae, Heteroceridae,</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Gyrinidae</i>	
	<i>Ceratopogonidae, Dolichopodidae, Empididae,</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Tabanidae, Stratiomyidae</i>	
<i>Hemiptera</i>	<i>Pleidae, Gelastocoridae</i>	
<i>Hidracarina</i>		4
<i>Gastropoda</i>	<i>Planorbidae, Physidae, Lymnaeidae</i>	
<i>Decapoda</i>	<i>Aeglidae, Palaemonidae</i>	
<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	
<i>Amphypoda</i>		
<i>Ostracoda</i>		
<i>Tricladida</i>	<i>Planariidae</i>	
<i>Nematoda</i>		
<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	3
<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	

<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae</i>	2
<i>Bivalvia</i>	<i>Hyriidae</i>	
<i>Oligochaeta</i>		1

Tabla 4: Lista de la fauna de macroinvertebrados y los valores asignados para indicar el grado de contaminación propuesto para el índice BMWP/Bol.

Fuente: LEA-USFQ y UB (2011).

Clase	Calidad	BMWP/ Bol	Significado	Color
I	Bueno	>120 101 – 120	Aguas muy limpias. No contaminadas	AZUL
II	Aceptable	61 – 100	Se evidencia algún efecto de contaminación	VERDE
III	Dudosa	36 – 60	Aguas contaminadas	AMARILLO
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

Tabla 5: Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol, además de los colores a ser utilizados en la representación cartográfica.

Fuente: LEA-USFQ y UB (2011).

4.2.18. Protocolo CERA para el muestreo de macroinvertebrados bentónicos

4.2.18.1. Metodología de Monitoreo de Vida Acuática

El protocolo CERA fue desarrollado por el grupo de investigación de la universidad de Barcelona a cargo del Dr. Narcis Prat y otros investigadores en trabajos en cuencas andinas de Perú y Ecuador en más

de 30 estaciones de muestreo por encima de los 2000 msnm. Este protocolo denominado “Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S)” fue publicado en la Universidad de San Francisco de Quito, Ecuador y describe la técnica de evaluación de tres componentes esenciales en la evaluación del estado ecológico de los Ríos Altoandinos que son la evaluación de la calidad del tramo fluvial aplicando el índice IHF (índice hidromorfológico fluvial ó índice de hábitat fluvial), la calidad de la vegetación de ribera para lo cual se aplica el índice QBR-and (índice de calidad de la vegetación de Ribera), y la valoración de la biológica del ecosistema acuático aplicando el índice biótico andino ABI (LEA-USFQ y UB, 2011).

A continuación, se describen las condiciones para aplicar el protocolo CERA:

a. Índice de hábitat Fluvial – IHF

Hábitat.

Se documentará las condiciones del hábitat acuático existente. Se aplicaron para la evaluación de las condiciones de los puntos de muestreo los índices QBR-and e IHF. Índice IHF evalúa la heterogeneidad del hábitat fluvial del cauce del río. Índice de hábitat fluvial, IHF: Este índice evalúa la heterogeneidad del hábitat fluvial del cauce del río. Se considera un índice de valoración rápida porque en poco tiempo de trabajo permite valorar si el hábitat fluvial es homogéneo o heterogéneo (LEA-USFQ y UB, 2011).

Se deben valorar los parámetros estipulados en la hoja de campo para calcular el índice IHF. El valor global del índice IHF se obtiene de la suma

de los valores de los 7 bloques que componen dicho índice. La valoración se puede hacer directamente en el río (LEA-USFQ y UB, 2011).

El valor máximo del índice es 100, y el mínimo siempre es superior a cero, porque siempre hay algún sustrato para valorar. Si se obtienen valores menores de 40 indica serias limitaciones de calidad de hábitat para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa, siendo el óptimo superior a 75. Si los valores son menores a 40, los valores bajos de los índices de macro invertebrados pueden deberse a la falta de un hábitat adecuado y no a la contaminación (LEA-USFQ y UB, 2011).

Valoración del índice IHF

IHF	Nivel de calidad
>75	Hábitat adecuado
40-75	Hábitat con algunas limitaciones
<40	Hábitat que limita la aparición de ciertas especies

Tabla 6: Valoración del índice IHF

Fuente: LEA-USFQ y UB (2011).

b. Índice de calidad de la vegetación de ribera, QBR – And:

Con este Índice se pretenderá evaluar las formaciones vegetales de ribera. Se valoran una serie de aspectos de la comunidad vegetal de ribera, relativos al recubrimiento de diferentes formaciones, la permanencia del agua, la proporción de sustratos, el inventario de hidrófilos, etc. (LEA-USFQ y UB, 2011).

Paralelamente se valoran los factores de corrección. La evaluación de la vegetación de ribera andina, se realizará mediante una observación de cómo

máximo 100 metros lineales del río (puede ser menor en ríos pequeños o en el caso de cambios bruscos en las características del río, p.ej. un salto de agua). El índice presenta 2 tipo de fichas se evaluación una para la valoración de la calidad del bosque de ribera desde los 2000 msnm hasta los 3500 msnm y otro por encima de los 3500 msnm que es una vegetación mayormente de gramíneas o pajonales (LEA-USFQ y UB, 2011). Esta hoja de campo incluye cuatro apartados:

- Grado de cubierta de la Ribera
- Estructura de la cubierta
- Calidad de la cubierta
- Grado de naturalidad del Canal Fluvial

Valoración de la calidad de ribera con el índice QBR-And.

QBR		
PUNTUACION	COLOR	INTERPRETACIÓN
≥ 96	AZUL	Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
76 – 96	VERDE	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena
51 – 75	AMARILLO	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
26 – 50	NARANJA	Alteración fuerte, mala calidad
≤ 25	ROJO	Degradación extrema, calidad pésima

Tabla 7: Valoración de la calidad de ribera con el índice QBR-And.

Fuente: LEA-USFQ y UB (2011).

4.2.19. Índice biótico Andino ABI

En este índice se otorgan valoraciones del 1 al 10 a las familias colectadas de acuerdo a su nivel de sensibilidad o tolerancia a la contaminación. Para la determinación del Índice Biótica Andino (ABI), primero se debe hacer la identificación taxonómica de los macroinvertebrados. Cada familia de macroinvertebrados tiene una puntuación asignada dependiendo de la sensibilidad a los contaminantes que presente dicha familia (ver tabla N° 08). Con ello y mediante un conteo cualitativo de los macroinvertebrados, se aplican los valores de cada familia hallada en la muestra y se suman los valores, obteniendo así el valor global del ABI (LEA-USFQ y UB, 2011).

Valoración del Índice ABI

ABI	Nivel calidad
>74	Muy bueno
45-74	Bueno
27-44	Moderado
11-26	Malo
<11	Pésimo

Tabla 8: Valoración del Índice ABI

Fuente: LEA-USFQ y UB (2011).

4.3. Definición de Términos Básicos

4.3.1. Potencial Hidrógeno (pH)

Según Von Hessberg (2009) el pH como variable fundamental en la calidad del recurso, indica la acidez o alcalinidad del agua, aquellas menos mineralizadas serán pH ácidos. El pH tiene marcada influencia tanto en procesos biológicos como en procesos químicos. Para cada tipo de organismos existe un intervalo de pH óptimo para su desarrollo, pequeñas variaciones los afectaran y pueden resultar letales. Generalmente aguas en tratamiento sus valores oscilan entre 6.5 y 9.0. En términos ecológicos un pH adecuado permite el crecimiento de microorganismos que realizan los procesos de depuración natural como también el de la fauna y flora que los habitan.

4.3.2. La Conductividad

Según Zamora (2009) es la habilidad de una solución para conducir electricidad. Pequeñas partículas cargadas eléctricamente, llamadas iones, pueden llevar una corriente eléctrica a través de soluciones de agua. Estos iones provienen principalmente de los ácidos y sales de la solución de fuente. Entre más concentrado de solución de fuente sea añadido al agua, el número de iones se incrementa, junto con la conductividad. En el agua y en fluidos iónicos puede generarse el movimiento de una red de iones cargados, por lo cual este proceso produce corriente eléctrica y se denomina conducción iónica.

4.3.3. La Demanda biológica de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Según Pérez y Rodríguez (2008) es un parámetro que mide la cantidad de dióxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Es

la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación; normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO_5) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro ($\text{mg O}_2/\text{L}$).

4.3.4. La Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Según Romero (1999) en términos de contaminación acuática, la Demanda Química de Oxígeno, DQO, es un análisis de laboratorio que permite determinar químicamente la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica presente en una muestra de agua residual.

4.3.5. El Oxígeno Disuelto

Según Hoyos y Toro (2014), el oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O_2) en una solución acuosa. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

Es importante porque la mayoría de los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer. Algunas especies requieren niveles elevados de oxígeno disuelto (OD) como la trucha y la mosca de piedra. Otras especies no requieren niveles elevados de oxígeno disuelto (OD) como el bagre, los gusanos y las libélulas. La insuficiencia de oxígeno disuelto en el agua puede causar: muerte de adultos y jóvenes reducción en el crecimiento huevecillos y larvas malogrados cambios que se presentan en las especies en diversas masas de agua (Hoyos y Toro, 2014)

4.3.6. Coliformes Termotolerantes

Según Vargas (1993) Las bacterias del grupo de los Coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como Coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes. *Escherichia coli* se puede distinguir de los demás Coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β -glucuronidasa. *E. coli* está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal, aunque hay indicios de que puede crecer en suelos tropicales. Entre las especies de Coliformes termotolerantes, además de *E. coli*, pueden existir microorganismos ambientales.

4.3.7. Nitratos

Según Valdés y Real (1994) Los nitratos son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, los nitratos que se encuentran de manera natural en pequeñas concentraciones en el suelo, los alimentos y las aguas superficiales y subterráneas. El incremento de concentración en las aguas de este compuesto en el agua se produce eminentemente en zonas de gran producción agrícola por la utilización masiva de abonos nitrogenados, históricamente aplicados en mayor cantidad de la que los cultivos pueden absorber. Hay que señalar también que los vertidos de aguas residuales y excrementos animales en zonas de ganadería intensiva pueden constituir también una fuente de nitratos en el agua.

4.3.8. Fosfatos

Según Valdés y Real (1994) Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio.

4.3.9. Caudal

Según López y Gil (2016) se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica.

El caudal de un río puede aumentar o disminuir dependiendo de la estación del año, por ejemplo, los ríos que se alimentan principalmente del deshielo de las capas de nieve, aumentan su caudal en primavera, mientras que ríos cuya agua procede de las precipitaciones de aguas meteóricas, presentan niveles máximos de caudal en épocas de lluvias y niveles mínimos en las estaciones o meses más secos. Es por esto que, si la fuente hídrica se localiza en zonas con altos índices de precipitación a lo largo del año, el caudal será constante y regular, y si se localiza en zonas donde la precipitación sea irregular, sufrirá fuertes crecidas en las épocas de lluvia y bajará su nivel de agua el resto del año; este fenómeno se conoce como estiaje.

4.3.10. Bioacumulación

Según Artica (2011) es el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones del ambiente o en los alimentos. Las sustancias propensas a la bioacumulación alcanzan concentraciones crecientes a medida que se avanza en el nivel trófico en la cadena alimenticia. En función de cada sustancia, esta acumulación puede producirse a partir de fuentes abióticas (suelo, aire, agua), o bióticas (otros organismos vivos). Las principales vías de introducción de una sustancia química en un organismo vivo son la respiratoria, la digestiva y la integumentaria.

4.3.11. Ecosistema

Según estudios de Ártica (2011) “Un ecosistema es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat”.

Este concepto, que comenzó a desarrollarse entre 1920 y 1930, tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos (por ejemplo, plantas, animales, bacterias, protistas y hongos) que forman la comunidad (biocenosis) y los flujos de energía y materiales que la atraviesan (Ártica, 2011).

4.3.12. Ecotoxicología

Ártica (2011) establece el concepto como una rama de la toxicología, conocida también por toxicología del medio ambiente o toxicología ambiental que

estudia: La fuente de productos tóxicos o potencialmente tóxicos. Su movilidad y persistencia en el medio ambiente y cadenas tróficas. Su transformación bajo condiciones ambientales. Sus efectos sobre la dinámica de poblaciones de las especies afectadas.

4.3.13. Macroinvertebrados

Los macro invertebrados comprenden a los animales que en sus últimos estadios larvarios alcanzan un tamaño igual o mayor a 1mm. Pertenecen a los siguientes taxa: *Insecta*, *mollusca*, *oligochaeta*, *hirudinae* y *crustácea* principalmente. Algunas desarrollan toda su vida en el medio acuático (*oligochaeta* y *mollusca*), otros, por el contrario, tienen una fase de su ciclo aéreo. Cualquier tipo de substrato puede constituirse en hábitat adecuado para estos organismos incluyendo grava, piedra, arena, fango, detritus, plantas vasculares, algas filamentosas, troncos, etc. A consecuencia de su enorme diversidad es probable que algunos de ellos respondan a cualquier tipo de contaminación (Pinilla, 2011).

4.3.14. Los Macroinvertebrados Bentónicos como indicadores de la Calidad Ecológica






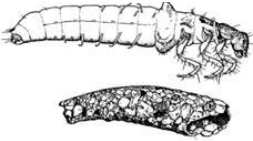
Según Rosenberg y Resh (1993) Los macroinvertebrados bentónicos son aquellos organismos que habitan en el fondo de los ríos o lecho fluvial, que se pueden ver a simple vista. Son denominados macroinvertebrados porque pueden ser vistos a simple vista, puesto que son de tamaño grande (miden entre 2 mm y 30 cm). En este grupo existen una gran variedad de organismos principalmente de insectos y que se los encuentra en una diversidad de hábitats. Dentro de los invertebrados los órdenes más representativos son: *Ephemeroptera*, *Plecóptera*,

Tricóptera, Coleoptera, Odonata y Díptera. Su gran diversidad taxonómica, tipo de alimentación y sus diferentes ciclos de vida hacen de los macroinvertebrados buenos indicadores de la calidad ecológica de los ríos, ya que ofrece un amplio espectro de respuestas a las diferentes perturbaciones ambientales.

Adicionando comentarios de Rosenberg y Resh (1993) señalan que los macroinvertebrados bentónicos son utilizados como indicadores biológicos por las siguientes características:

- Son de amplia distribución, abundantes y de fácil recolección por su tamaño que los hace visibles a simple vista.
- Al encontrarse en todos los sistemas acuáticos, favorecen los estudios comparativos. La taxonomía de varios grupos es conocida y su identificación es relativamente menos compleja comparada con grupos inferiores como algas, bacterias u hongos
- La naturaleza sedentaria de muchas de las especies facilita la evaluación espacial de los efectos adversos a largo plazo en la comunidad
- La técnica de muestreo es relativamente sencilla y con equipos poco costosos.
- Existen numerosos métodos para el análisis de datos, incluyendo índices bióticos y de diversidad, los cuales han sido utilizados ampliamente en Biomonitoreo a nivel comunitario y de respuestas individuales.
- Tras una perturbación, requieren un tiempo mínimo para su recuperación.

4.3.14.1. Principales órdenes de macroinvertebrados bentónicos comunes utilizados para análisis de calidad de agua en ríos.

ORDEN	CARACTERÍSTICAS	RASGOS CLAVE
<p>PLECÓPTERA</p> 	<p>Nombre común: Moscas de las piedras (Familia más común: <i>Perlidae</i>)</p> <p>Ciclo de vida: hemimetábolos + (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>Fase indicadora: Ninfas. Muy sensibles a la contaminación.</p> <p>Alimentación: Ninfas Carnívoras en los últimos instares</p> <p>Hábitat: Ríos de aguas turbulentas, Lechos de grava.</p> <p><i>Fuente:</i> Adaptación de Rengifo (sf).</p>	<p>Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulados. Uñas tarsales pares.</p> 
<p>EFEMERÓPTERA</p> 	<p>Nombre común: Efímeras (Familias más comunes: <i>Baetidae</i>, <i>Leptophlebiidae</i>, <i>Leptohyphidae</i>, <i>Caenidae</i>)</p> <p>Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>Fase indicadora: ninfas</p> <p>Alimentación: ninfas herbívoras</p> <p>Hábitat: ríos y lagunas</p> <p><i>Fuente:</i> Adaptación de Rengifo (sf).</p>	<p>Abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible. Uñas tarsales únicas.</p> 
<p>TRICHOPTERA</p> 	<p>Nombre común: Frigáneas (Familias más comunes: <i>Hidropsiphidae</i>, <i>Hidroptilidae</i>, <i>Leptoceridae</i>)</p> <p>Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>Fase indicadora: ninfas</p> <p>Alimentación: ninfas depredadoras o herbívoras</p>	<p>Larvas acuáticas construyen un estuche o refugio que varía según la familia.</p> 

Hábitat: ríos, aguas quietas y rápidas.

Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

COLEÓPTERA



Nombre común: Escarabajos (Familias más comunes: *Elmidae*, *Ptylodactilidae*, *Phesenidae*, *Dytiscidae*, *Hydrophilidae*)

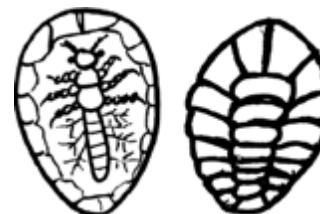
Ciclo de vida: holometábolos (larvas, pupas y adultos)

Fase indicadora: larvas

Alimentación: ninfas herbívoras y depredadoras.

Hábitat: Amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres.

Patatas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran aire con el extremo del abdomen o disponen de apéndices filamentosos (branquias).



Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

DÍPTERA



Nombre común: moscas, mosquitos (Familias más comunes: *Simuliidae*, *Tipulidae*, *Psychodidae*, *Dixidae*, *Athericidae*, *Blephariceridae*).

Ciclo de vida: holometábolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)

Fase indicadora: larvas

Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras

Hábitat: ríos de aguas estancadas

Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

TRICLADIA



A este orden pertenecen a las plantarías, organismos de cuerpo alargado y plano, cuyo tamaño puede alcanzar cerca de 30 mm de longitud. La mayoría de las especies de Suramérica se caracterizan por poseer una cabeza marcadamente triangular, con dos ojos y por llevar dos proyecciones auriculares prominentes y móviles a cada lado de la cabeza.

Los *tricládidos* viven en su mayoría debajo de las piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en aguas poco profundas, tanto corrientes como estancadas. La mayoría viven en aguas bien oxigenadas, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación.

Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

**MEGALOPTERA
(NEUROPTERA)**



Los *Megaloptera* son Insectos endopterigotas, *neópteros*, con alas subiguales sin pterostigma diferenciado y con venación primitiva muy ramificada; las alas posteriores se cierran en abanico.

Presentan una distribución ubicua, cerca de cursos de agua necesarios para su desarrollo larvario; por sus exigencias vitales requieren aguas limpias o con poca contaminación, por lo que, en muchos casos, pueden considerarse especies bioindicadoras de la calidad de las aguas.

Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

**HEMIPTERA
(HETEROPTERA)**



Los hemípteros, llamados también "chinchas de agua", se caracterizan por poseer las partes bucales modificadas y tener un "pico" chupador insertado cerca al extremo anterior de la cabeza.

Los hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas especies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de las aguas termales.

Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

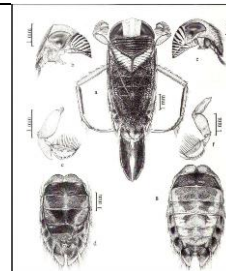


Tabla 9: Principales órdenes de macroinvertebrados bentónicos comunes utilizados para análisis de calidad de agua en ríos.

Fuente: Adaptación de Rengifo (sf).

4.3.15. Colecta de Macroinvertebrados

Alonso y Camargo (2005) indican que la toma de muestras debe adecuarse al tipo de hábitat lo que implica principalmente el tipo de sustrato. Para sustratos duros (rocas, piedras grandes, madera) y hojarasca o donde existe materia orgánica se puede utilizar una red Surber, o una red de arrastre “D”, tipo Kick net por un lapso de 3 a 5 minutos en todos los hábitats presentes en el tramo del río (muestreo multihábitat) siendo constantes los minutos de colecta para todos los ríos. En los sustratos blandos (arena, limo) es preferible utilizar dragas, aunque también se puede utilizar la red Surber. Esta red se coloca en contra corriente y con el pie o la mano se limpia y remueve todo el sustrato comprendido en el área de la red hasta una profundidad de 10 a 15 centímetros, asegurándose de que todos los organismos además del sustrato fino queden dentro de la red.

Se aconseja realizar el muestreo desde río abajo hacia río arriba, si el muestreo se realiza con una red Surber, coleccionar por lo menos 6 réplicas en función a cada facie o unidad morfodinámica o microhábitat. Se aconseja realizar por lo menos un muestreo en la orilla, es decir en la zona más lentical del microhábitat y otra al centro tratando de obtener la mayor representatividad de los organismos en el ecosistema acuático. Una vez extraída la muestra, se la debe “lavar” con abundante agua del mismo río y tamizar la muestra, eliminando todo el sustrato más grande (piedras, troncos, hojarasca). (Alonso y Camargo. 2005).

4.3.16. Contaminación Orgánica

Según Caicedo y Palacio (1998) La contaminación orgánica es la más importante en magnitud, y sus principales fuentes son de origen doméstico, industrial, agrícola y ganadero. Los principales productos que componen la de origen doméstico son papeles, deyecciones, detergentes, etc. Generalmente, estos compuestos orgánicos se descomponen mediante la acción de microorganismos que viven en el agua, las cuales los utilizan como alimento. Así, en el medio acuático tiene lugar un auto depuración, puesto que en último término las sustancias orgánicas se transforman en agua y CO₂ por eso se habla de materia orgánica biodegradable. La contaminación industrial de origen orgánico puede estar constituida por compuestos similares a los domésticos que van a ser biodegradables, o por otros completamente diferentes que van a ser muy difícilmente degradables por los microorganismos. Los tres índices más comunes a la hora de medir este tipo de contaminación de forma global son los siguientes: La Demanda Química de Oxígeno (DQO) La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) Carbono Orgánico Total (COT).

4.3.17. Toxicología

La toxicología es una ciencia que identifica, estudia y describe, la dosis, la naturaleza, la incidencia, la severidad, la reversibilidad y, generalmente, los mecanismos de los efectos tóxicos que producen los xenobióticos que dañan el organismo. La toxicología también estudia los efectos nocivos de los agentes químicos, biológicos y de los agentes físicos en los sistemas biológicos y que establece, además, la magnitud del daño en función de la exposición de los

organismos vivos a previos agentes, buscando a su vez identificar, prevenir y tratar las enfermedades derivadas de dichos efectos (LEXICON, 2016).

5. Hipótesis de la investigación

- **Ho:** Al aplicar Macroinvertebrados Bentónicos a través de los índices bióticos de calidad ambiental, BMWP'col, BMWP'bol, ABI, EPT y CERA determinaremos que no hay contaminación orgánica en el Río Llaucano – Cajamarca Perú.
- **Ha:** Al aplicar Macroinvertebrados Bentónicos a través de los índices bióticos de calidad ambiental, BMWP'col, BMWP'bol, ABI, EPT y CERA determinaremos si hay contaminación orgánica en el Río Llaucano – Cajamarca Perú.

5.1. Operacionalización de las variables

VARIABLES	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTOS
VARIABLES INDEPENDIENTES PARAMETROS FISICOQUIMICOS	DBO	mg O ₂ /L	Incubadora y Oxímetro de Mesa
	DQO	mg O ₂ /L	Espectrofotómetro UV – Visible
	OXÍGENO DISUELTO	mg/L	Turbidímetro y Agitador Magnético
	NITRATOS	mg/L	Cromatografía Iónica
	FOSFATOS	mg/L	Cromatografía Iónica
	TURBIDEZ	UNT	Turbidímetro
	pH	1-17	pH-metro
	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	Baño María y Autoclave
	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	Conductímetro

	CAUDAL	m ³ /s	Método del flotador
VARIABLE DEPENDIENTE ÍNDICES	BMWP'col BMWP'bol ÍNDICE ABI EPT ÍNDICE CERA		

Tabla 10: Tabla de Operacionalización de variables dependientes e independientes

Fuente: Elaboración Propia.

6. Metodología de la investigación

6.1. Unidad de análisis, universo y muestra.

6.1.1. Unidad de análisis

Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos.

6.1.2. Universo.

Río Llaucano y efluentes.

6.1.3. Muestra

Río Llaucano y efluentes.

6.2. Métodos de investigación

Para la realizar la evaluación y lograr los objetivos, se ha planteado la investigación de tipo cuantitativa y cualitativa porque las variables a evaluarse son medidas mediante la toma de datos de muestreo y además los macroinvertebrados bentónicos nos indicaran la calidad del ecosistema acuático del Río Llaucano.

6.2.1. Ubicación de las estaciones de muestreo.

	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
PM1	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenca: Del Llaucano - Río: Hualgayoc - Altitud: 3171 msnm - Coordenadas: Este: 766432 Norte: 9253131 	Aguas provenientes de Río Tingo Maygasbamba: estas aguas contienen metales pesados, ya que proviene de la zona de pasivos mineros de Hualgayoc.
PM2	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenca: Del Llaucano - Río: Tingo Maygasbamba - Altitud: 3011 msnm - Coordenadas: Este: 767237 Norte: 9258755 	Presencia de ganadería y agricultura.
PM3	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenca: Del Llaucano - Río: Llaucano- Puente Saúl Mego. - Altitud: 2487 msnm - Coordenadas: Este: 774730 Norte: 9261404 	A sus alrededores hay presencia de agricultura y ganadería y canteras. En este punto se descargan las aguas residuales de la ciudad de Bambamarca.
PM4	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenca: Del Llaucano - Río: Llaucano- Cruce Chala - Altitud: 2504 msnm - Coordenadas: Este: 774247 Norte: 9259513 	Presencia de canteras, Ganadería y agricultura.
PM5	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenca: Del Llaucano - Río: Cuñacales - Altitud: 2529 msnm - Coordenadas: Este: 774322 Norte: 9257935 	Presencia de ganadería y agricultura.
	<ul style="list-style-type: none"> - Cuenca: Del Llaucano - Río: Pomagón 	

PM6	-	Altitud: 2530 msnm	Presencia de canteras, agricultura y ganadería.
	-	Coordenadas: Este: 774408 Norte: 9254930	
	-	Cuenca: Del Llaucano	
PM7	-	Río: Llaucano	Presencia de ganadería y agricultura.
	-	Altitud: 2559 msnm	
	-	Coordenadas: Este: 772866 Norte: 9253309	
	-	Cuenca: Del Llaucano	
PM8	-	Río: Quebrada Chugurcillo	Presencia de ganadería y agricultura.
	-	Altitud: 2598 msnm	
	-	Coordenadas: Este: 772385 Norte: 9251898	
	-	Cuenca: Del Llaucano	

Tabla 11: Ubicación y observaciones de los puntos de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia.

6.3. Técnicas de investigación

Para el desarrollo de esta evaluación se procedió a la colecta de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de macroinvertebrados en 2 campañas. La primera campaña se realizó en época de lluvia (mes de mayo) y la segunda campaña se realizó en época de estiaje (mes de julio) del año 2018, se analizarán los siguientes parámetros DBO, DQO, Nitratos, Fosfatos, Coliformes termotolerantes, pH, Turbidez, Conductividad, Oxígeno disuelto y Caudal de acuerdo al protocolo de monitoreo de calidad de agua superficiales del ANA; para la colecta de Macroinvertebrados Bentónicos se realizó utilizando una malla de 250 micras tipo Surber dimétrica, traje, un whader o traje de pesca, bolsas ziploc de 1 kg y alcohol al 80 % (Protocolo de muestreo de comunidades acuáticas según el Ministerio del Ambiente). Se recolectaron datos de las condiciones de ribera, características de los tramos fluviales, análisis de la composición de los bosques de ribera. (Ver anexo 3).

Se enviaron las muestras de los parámetros fisicoquímicos analizar al Laboratorio Regional del Agua Acreditado. Los macroinvertebrados se analizaron en el laboratorio de biología de la universidad UPAGU y se elaboraron los índices (BMWP'col, BMWP'bol, ABI, EPT y CERA) y se procedió al análisis de la información obtenida.

6.4. Instrumentos

6.4.1. Material y equipamiento de campo

- GPS
- Kit de muestreo de agua.
- Libreta de apuntes.
- Cámara fotográfica digital.
- Bolígrafos.
- Hojas de registro.
- Malla de 250 micras tipo Surber dimétrica.
- Traje, un whader o traje de pesca.
- Bolsas ziploc de 1 kg.
- Alcohol.
- Equipo de protección personal.
- Tijeras.
- Nailon.
- Cinta aislante.
- Bolsas de papel.
- Movilidad.

6.4.2. Material y equipamiento de gabinete

- Computadora portátil
- Memoria USB
- Impresora
- Papel Bond A4
- Libreta de apuntes
- Bolígrafos
- Cámara fotográfica digital

7. Aspectos éticos de la investigación

Nosotras asumiremos una posición de responsabilidad, honestidad, veracidad en el desarrollo de la investigación, para lo cual no tomaremos comportamientos incorrectos como la alteración de datos o resultados. El interés que perseguimos es de realizar una investigación lo más objetiva posible, por lo que en esta evaluación no cambiaremos ni manipularemos ningún resultado obtenido, respetando así la autenticidad que permitirá el logro de los objetivos planteados en la presente tesis.

8. Resultados.

Se identificaron durante las 2 campañas de muestreo y las 8 estaciones de muestreo un total de 4 clases Gasterópoda, *Turbelaria*, *Insecta* y *Oligochaeta*; 10 órdenes *Basommatophora*, *Tricladia*, *Diptera*, *Haplotaxida*, *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Megaloptera*; y 23 familias *Physidae*, *Planorbidae*, *Simuliidae*, *Chironomidae*, *Ceratopogonidae*, *Tipulidae* *Haplotaxidae*, *Psephenidae*, *Elmidae*, *Staphylinidae*, *Naucoridae*, *Perlidae*, *Leptohyphidae*, *Baetidae*, *Leptophlebiidae*,

Hydropsychidae, Philopotamidae, Hydrobiosidae, Calamoceratidae, Polycentropodidae, Hidroptilidae, Limnephilidae, Corydalidae. Ver anexo (2)

8.1. Resultados de los índices bióticos de Calidad Ambiental

8.1.1. Índice BMWP'col.

	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom global
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
BMWP'col	7	29	23	30	50	40	31	46	2	9	2	35	58	56	20	29	29

Tabla 12: Resultados del índice BMWP'col obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

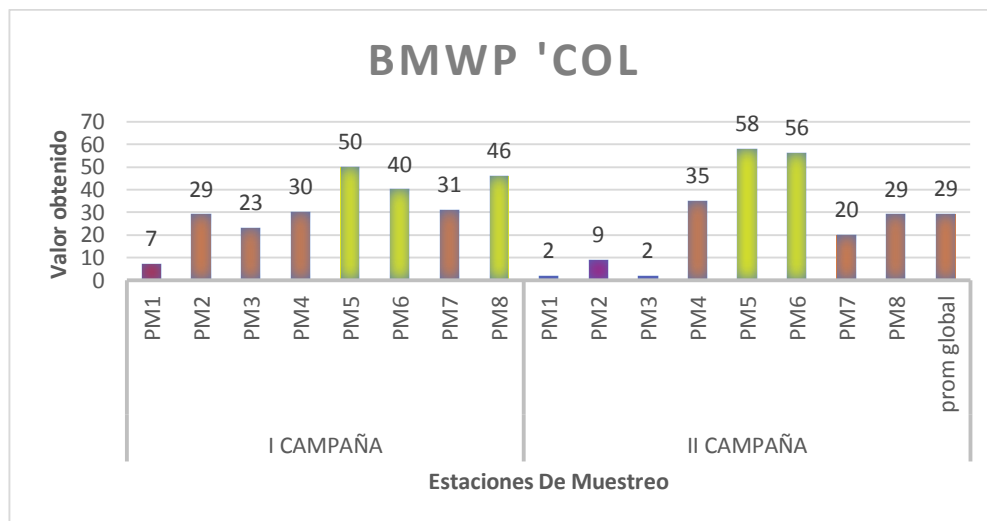


Figura 2: Gráfica de Resultados del índice BMWP'col obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mejor a peor calidad se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 > PM8 > PM6 > PM7 > PM4 > PM2 > PM3 > PM1 y para la II campaña PM5 > PM6 > PM4 > PM8 > PM7 > PM2 > PM3 = PM1.

Para ambas campañas se obtuvo una calidad regular para el punto PM5 obteniendo la puntuación más alta y la peor calidad se presentó en PM1 y esto puede deberse a que estas aguas están impactadas por la quebrada El Tingo Maygasbamba proveniente de los pasivos mineros en la parte alta de Hualgayoc.

En las campañas I y II según el índice BMWP'col el promedio global es de 29 lo que nos indica que el agua es de clase IV, calidad crítica y que son aguas muy contaminadas. (Según la Tabla de Interpretación 12).

8.1.2. Índice BMWP'bol

	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	prom global
BMWP 'bol	7	28	21	26	53	34	25	41	2	7	3	31	46	54	19	20	26

Tabla 13: Resultados del índice BMWP'bol obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

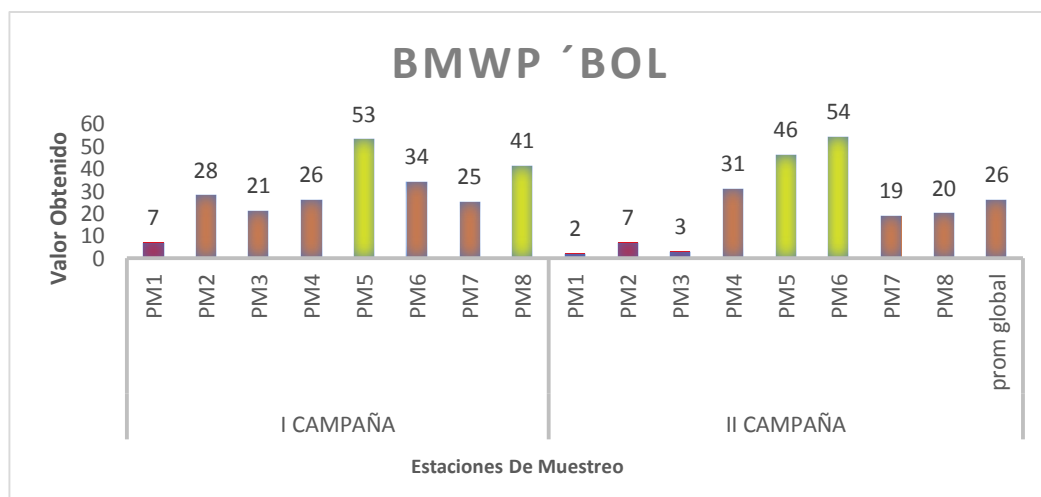


Figura 3: Gráfica de Resultados del índice BMWP'bol obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mayor a peor se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 > PM8 > PM6 > PM2 > PM4 > PM7 > PM3 > PM1 y para la II campaña PM6 > PM5 > PM4 > PM8 > PM7 > PM2 > PM3 > PM1. Para ambas campañas se obtuvo una calidad dudosa para el punto PM6 y PM5 y se ha obteniendo la puntuación más alta y la peor calidad se presentó en PM1.

En las campañas I y II según el índice BMWP ‘bol el promedio global es de 26 lo que nos indica que el agua es de clase IV, calidad crítica y que son aguas muy contaminadas. (Según la Tabla de Interpretación 13).

8.1.3. Índice ABI

	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom global
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
ABI	5	27	17	22	44	32	27	43	2	6	3	30	60	60	23	27	27

Tabla 14: Resultados del índice ABI obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

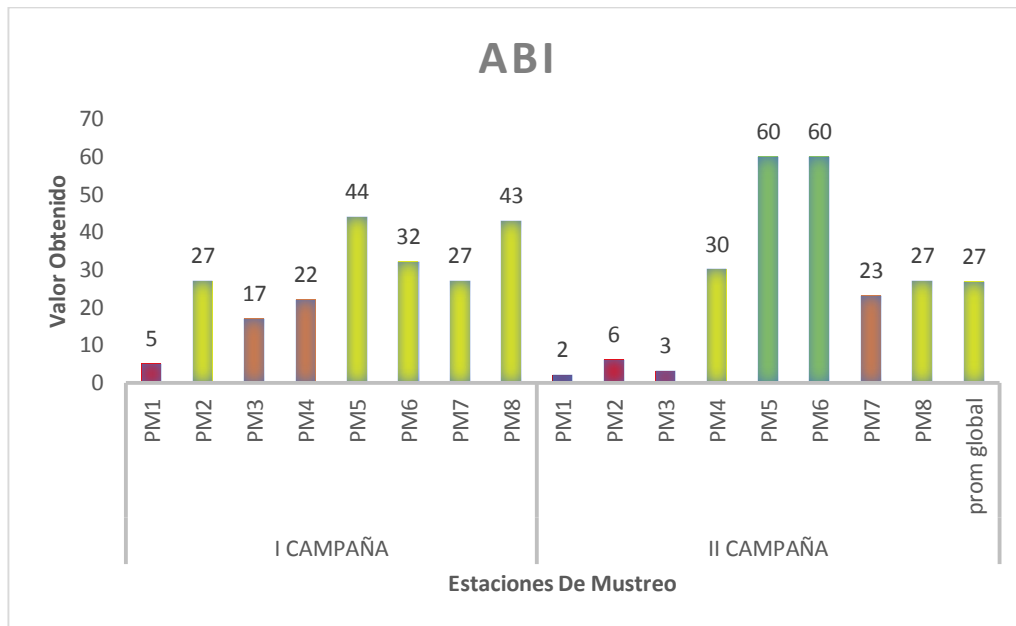


Figura 4: Gráfica de Resultados del índice ABI obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mayor a peor se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 > PM8 > PM6 > PM7 = PM2 > PM4 > PM3 > PM1 y para la II campaña PM5 = PM6 > PM4 > PM8 > PM7 > PM2 > PM3 > PM1. Para ambas campañas se obtuvo una calidad buena para el punto PM5 y se ha obtenido la puntuación más alta y la peor calidad se presentó en PM1 con una calidad pésima.

En las campañas I y II según el índice ABI el promedio global es de 27 lo que nos indica que el nivel de la calidad del agua es moderado. (Según la Tabla de Interpretación 14).

8.1.4. Índice EPT

	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	prom global
EPT	0	2	1	2	4	4	3	4	0	1	0	3	6	5	1	2	2

Tabla 15: Resultados del índice EPT obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

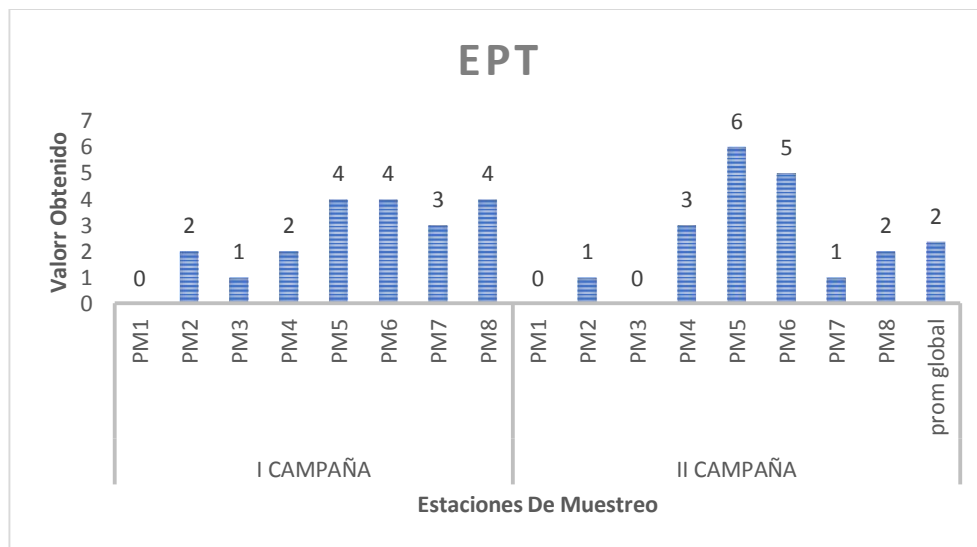


Figura 5: Gráfica de Resultados del índice EPT obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mayor a peor se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 = PM6 = PM8 > PM7 > PM2 = PM4 > PM3 > PM1 y para la II campaña: PM5 > PM6 > PM4 > PM8 > PM2 = PM4 > PM3 = PM1 Para ambas campañas se obtuvo un mayor número de familias de *ephemeroptera*, *plecoptera* y *trchoptera* para el punto PM5 a pesar de eso nos indica que la calidad del agua es pobre, y en el punto PM1 no encontramos ningún número de familias.

En las campañas I y II según el índice EPT el promedio global es de 2 lo que nos indica que la calidad del agua es pobre. (Según la Tabla de Interpretación 15).

8.1.5. IHF.

	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	prom global
IHF	51	59	62	61	64	55	50	48	51	59	62	61	64	55	50	48	56

Tabla 16: Resultados del IHF obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

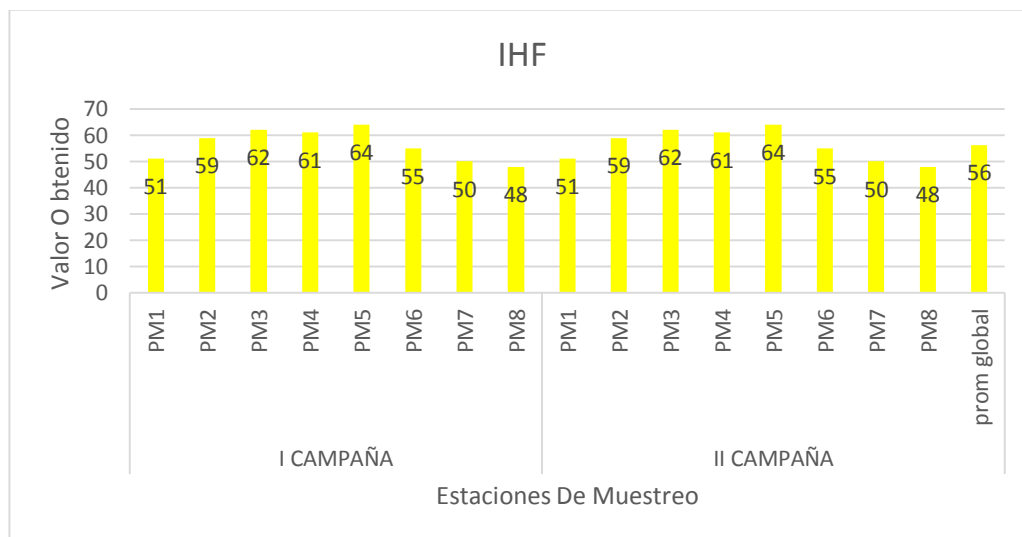


Figura 6: Gráfica de Resultados del IHF obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mayor a peor se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 > PM3 > PM4 > PM2 > PM6 > PM1 > PM7 > PM2 y para la II campaña: PM5 > PM3 > PM4 > PM2 > PM6 > PM1 > PM7 > PM8. Para ambas campañas se encontró que el nivel del hábitat cuenta con algunas limitaciones estructurales para el desarrollo de diversos hábitats que permitan una mayor diversidad de especies.

En las campañas I y II según el IHF el promedio global es de 56 lo que nos indica el nivel del hábitat cuenta con algunas limitaciones. (Según la Tabla de Interpretación 16).

8.1.6. QBR.

	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	prom global
QBR	40	85	55	100	110	95	105	95	40	85	55	100	110	95	105	95	86

Tabla 17: Resultados QBR obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

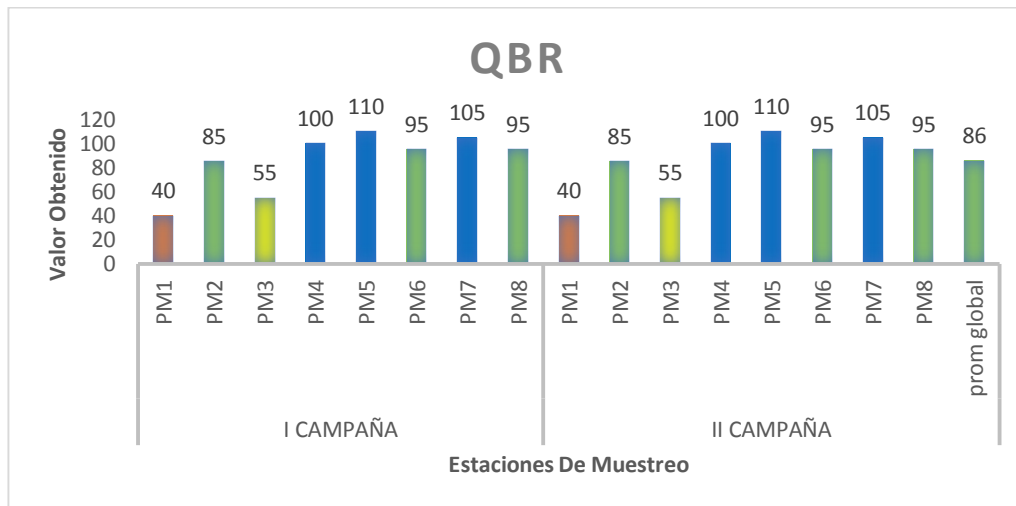


Figura 7: Gráfica de Resultados del QBR obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mayor a peor se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 > PM7 > PM4 > PM8 = PM6 > PM2 > PM3 > PM1 y para la II campaña: PM5 > PM7 > PM4 > PM8 = PM6 > PM2 > PM3 > PM1. Para ambas campañas se encontró que los Bosque de ribera no tiene alteraciones, calidad es muy buena y su estado es natural para el punto PM5 que ha obteniendo la puntuación más alta y la peor puntuación se presentó en PM1.

En las campañas I y II según el QBR el promedio global es de 86 que lo que nos indica que los bosques están no tienen una alteración significativa y su calidad promedio es de buena. (Según la Tabla de Interpretación 17).

8.1.7. Índice CERA

		I CAMPAÑA							
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
CERA		Pesimo	Regular	Pesimo	Malo	Regular	Regular	Regular	Regular
		1	4	1	2	4	4	4	4
		II CAMPAÑA							
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
		Pesimo	Malo	Pesimo	Resgular	Bueno	Bueno	Malo	Regular
		1	2	1	4	6	6	2	4

Tabla 18: Resultados del índice CERA obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La calidad obtenida en orden decreciente de mayor a peor se presenta a continuación, para I Campaña: PM5 = PM6 = PM7 = PM8 = PM2 > PM4 > PM3 = PM1 y para la II campaña: PM5 = PM6 > PM4 = PM8 = PM7 = PM2 > PM3 > PM1 Para ambas campañas se encontró que la calidad ecológica es regular para los puntos PM5 y PM6 que han obteniendo la puntuación más alta y la peor puntuación se presentó en PM1 considerando que la calidad ecológica pésima. (Según la Tabla de Interpretación 18).

8.2. Resultados del Análisis de los Parámetros de Campo

8.2.1. Conductividad

Parametro	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom total
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
CONDUCTIVIDAD $\mu\text{s/cm}$	503	638	324	255	151	311	306	380	680	129	391	342	353	483	520	483	384

Tabla 19: Resultados de la Conductividad obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

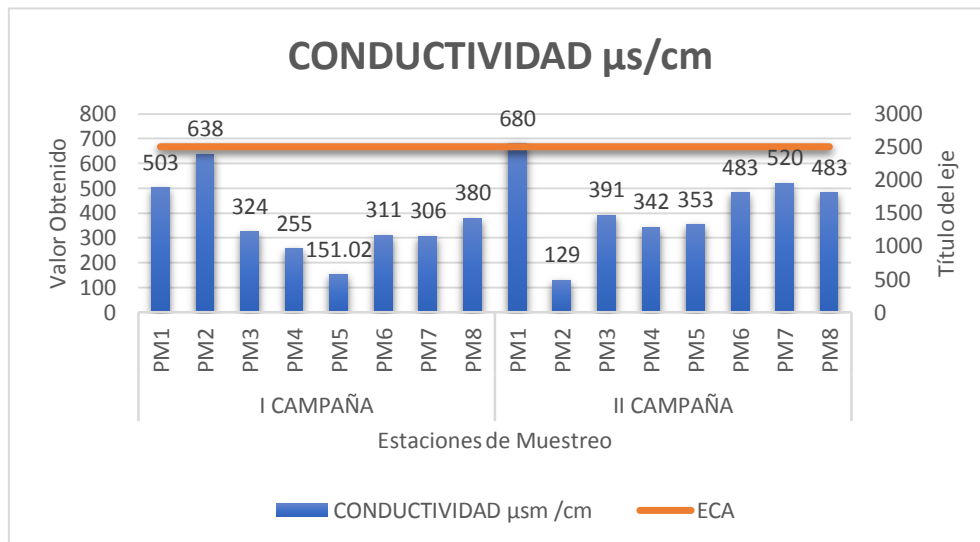


Figura 8: Gráfica de Resultados de la Conductividad obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La concentración obtenida en orden decreciente de mayor a menor concentración se presenta a continuación, para I Campaña: PM2 > PM1 > PM8 > PM6 > PM7 > PM4 > PM5 y para la II campaña: PM1 > PM7 > PM6 = PM8 > PM3 > PM5 > PM4 > PM1. Para ambas campañas los valores obtenidos en campo están por debajo

de las ECA del agua N° 004-2017-MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

En las campañas I y II según la Conductividad el promedio global es de 483 lo que nos indica que los valores obtenidos en campo están por debajo de las ECA del agua N° 004-2017-MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. (Según la Tabla de Interpretación 19).

8.2.2. pH

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom total
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
pH	7.92	8.39	8.5	8.46	8.46	8.55	8.68	8.22	8.41	9.14	9.1	9.3	9.4	8.58	8.9	9.1	9

Tabla 20: Resultados del pH obtenido en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

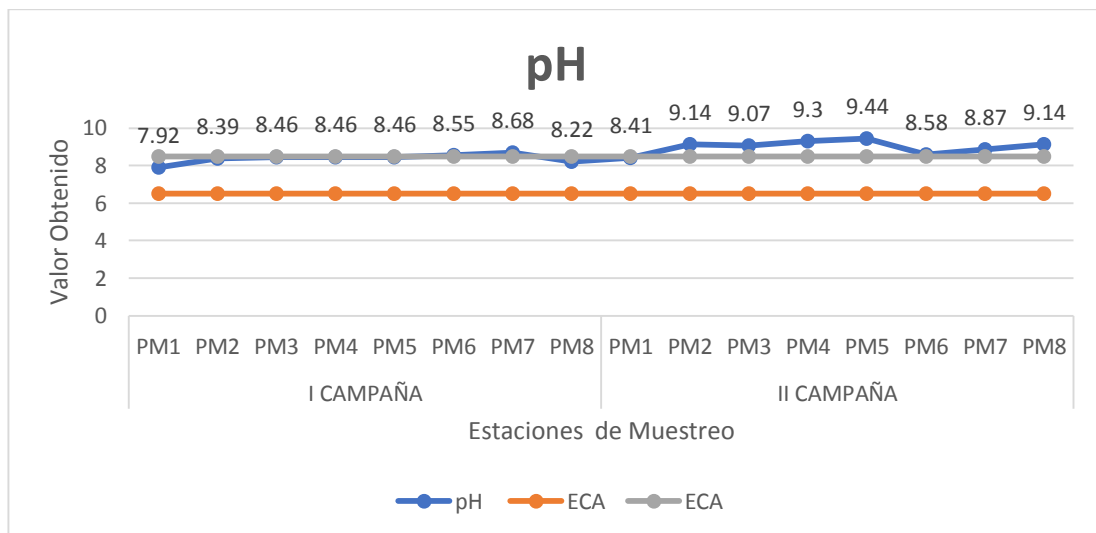


Figura 9: Gráfica de Resultados del pH obtenido en los 8 puntos y dos campañas de muestreo

Fuente: Elaboración Propia

La concentración obtenida en las dos estaciones se presenta a continuación, para I Campaña: $PM7 > PM6 > PM5 = PM4 = PM3 > PM2 > PM8 > PM1$ y para la II campaña: $PM5 > PM4 > PM8 = PM2 > PM3 > PM7 > PM6 > PM1$. Para ambas campañas se encontró que los más altos valores están en los puntos PM7 Y PM5 lo que nos indica que son aguas alcalinas y no pertenecen a los ECA del agua N° 004-2017-MINAM categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, y en el punto PM1 nos indica que estas aguas si son aptas para riego de vegetales y bebida de animales.

En las campañas I y II según pH el promedio global es de 9 está dentro del valor recomendado para aguas dulces, aguas superficiales destinadas para la recreación según. (Según la Tabla de Interpretación 20).

8.2.3. Oxígeno Disuelto

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom total
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
Oxígeno Disuelto mg/L	5.96	6.41	6.85	6.51	6.58	7.08	6.56	5.95	6.66	6.61	6.24	6.85	7.65	6.76	7.42	8.03	7

Tabla 21: Resultados del Oxígeno Disuelto obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

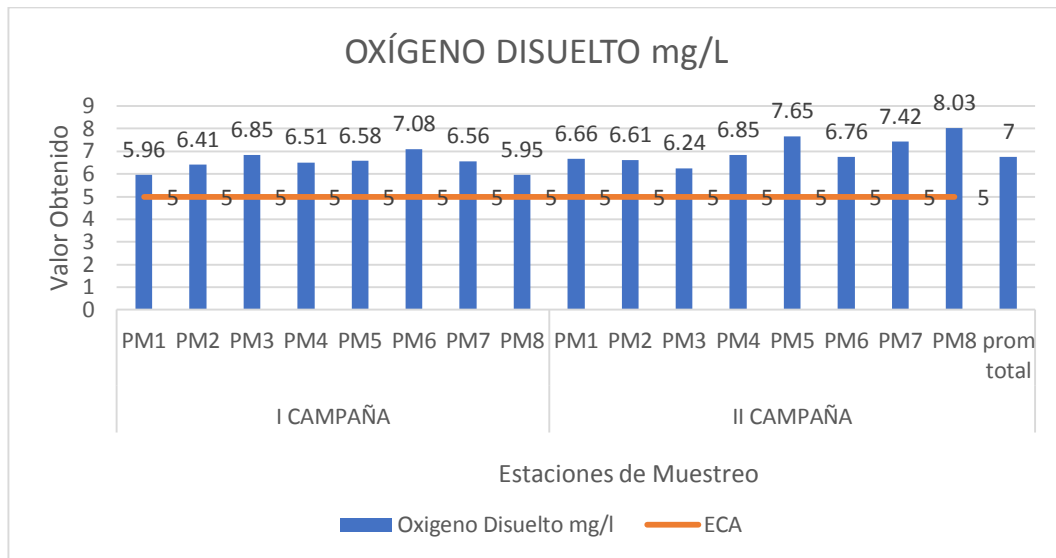


Figura 10: Gráfica de Resultados del Oxígeno Disuelto obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La concentración obtenida en orden decreciente de mayor a menor se presenta a continuación, para I Campaña: PM6 > PM3 > PM5 > PM7 > PM4 > PM2 > PM1 > PM8 y para la II campaña: PM8 > PM5 > PM7 > PM4 > PM6 > PM1 > PM2 > PM3. Para ambas campañas se encontró que el agua es apta para Riego de Vegetales y Bebida de Animales según (ECA del agua N° 004-2017-MINAM).

En las campañas I y II según el Oxígeno Disuelto el promedio global es de 7mg/L entonces concluimos que el agua es apta para Riego de Vegetales y Bebida de Animales según (ECA del agua N° 004-2017-MINAM). (Ver la Tabla de interpretación 21).

8.2.4. Caudal

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom total
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
CAUDAL m ³ /s	8.5	25.7	40.3	69.6	5.05	26.1	24.3	4.6	4.86	19.5	35.8	60.1	3.71	17.4	21.6	0	23

Tabla 22: Resultados del Caudal obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

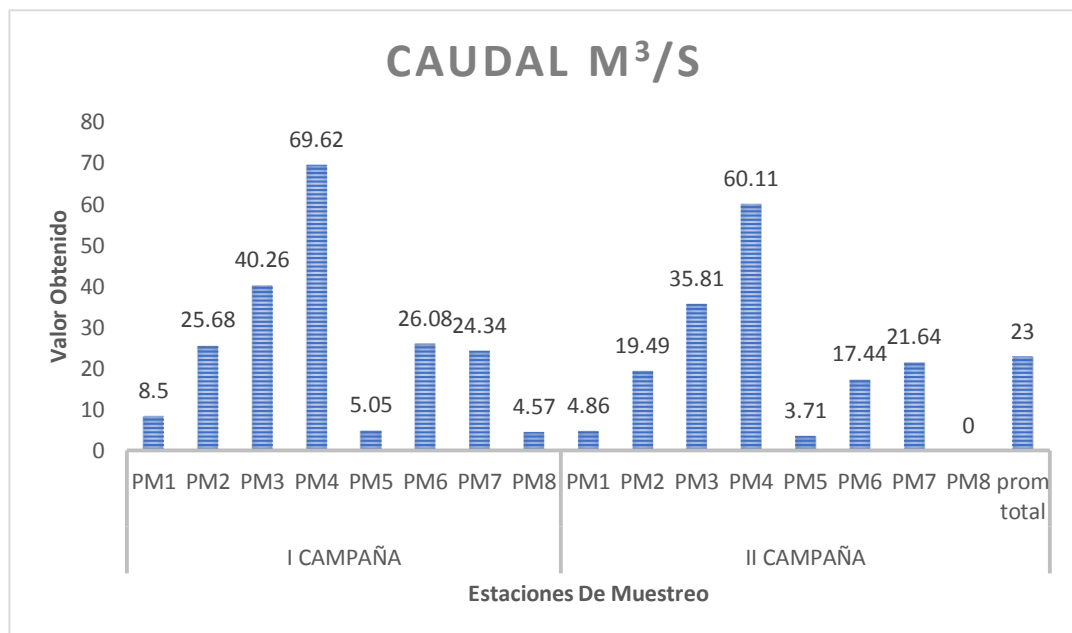


Figura 11: Gráfica de Resultados del Caudal obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La concentración obtenida en orden decreciente de mayor a menor se presenta a continuación, para I Campaña: PM4 > PM3 > PM6 > PM2 > PM7 > PM1 > PM5 > PM8 y para la II Campaña: PM4 > PM3 > PM7 > PM2 > PM6 > PM1 > PM5 > PM8 Para ambas campañas se encontró que en el punto PM4 con la puntuación más alta hay

más caudal ya que son zonas principales del Río Llaucano, presentan el mayor ancho del canal y esto favorece a la dilución de compuestos mientras que en el PM8 es el que tiene menos caudal. (Según Tabla de interpretación 22).

8.3. Resultados del Análisis de los Parámetros Fisicoquímicos.

8.3.1. DBO₅.

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA							
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
DBO(5)	2.6	2.6	10.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6

Tabla 23: Resultados del DBO₅ obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

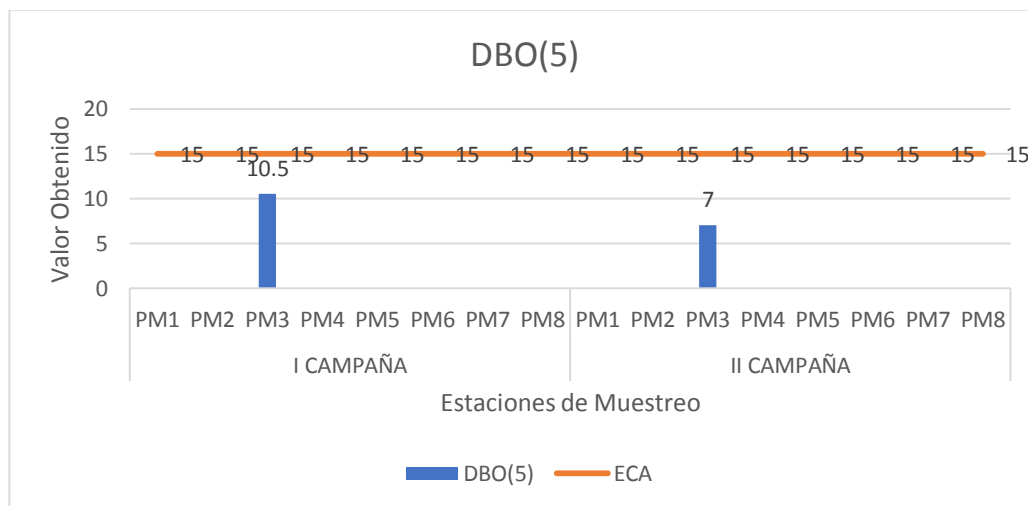


Figura 12: Gráfica de Resultados del DBO₅ obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

Para ambas campañas se encontró que en el punto PM3 según el ECA del agua N° 004-2017-MINAM son aguas de categoría 3 que son destinadas para riego de

vegetales y bebida de animales, los valores que no se representan en los gráficos es porque están por debajo de los LCM. (Ver Tabla de interpretación 23)

8.3.2. DQO.

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA							
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
DQO	8.3	8.3	51.8	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	29.4	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3

Tabla 24: Resultados del DQO obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

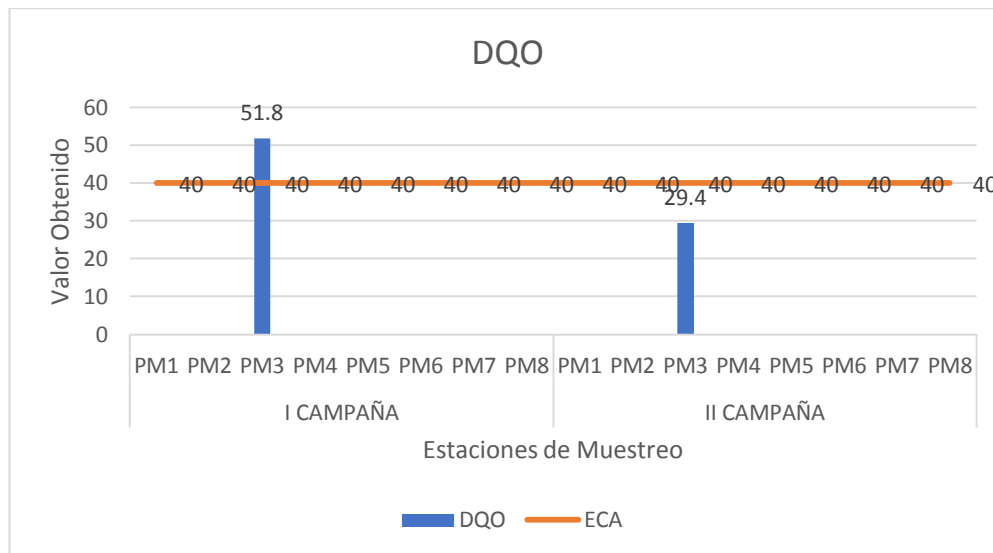


Figura 13: Gráfica de Resultados del DQO obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

Para ambas campañas se encontró que en el punto PM3 según el ECA del agua N° 004-2017-MINAM son aguas de categoría 3 que son destinadas para riego de

vegetales y bebida de animales, los valores que no se representan en los gráficos es porque están por debajo de los LCM. (Ver Tabla de interpretación 24).

8.3.3. Coliformes Termotolerantes

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA								prom total
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	130	46	350000	33	920	1600	920	540	17000	350	350000	79	350	110	350	16000	46152
ECA	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	

Tabla 25: Resultados de Coliformes Termotolerantes obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

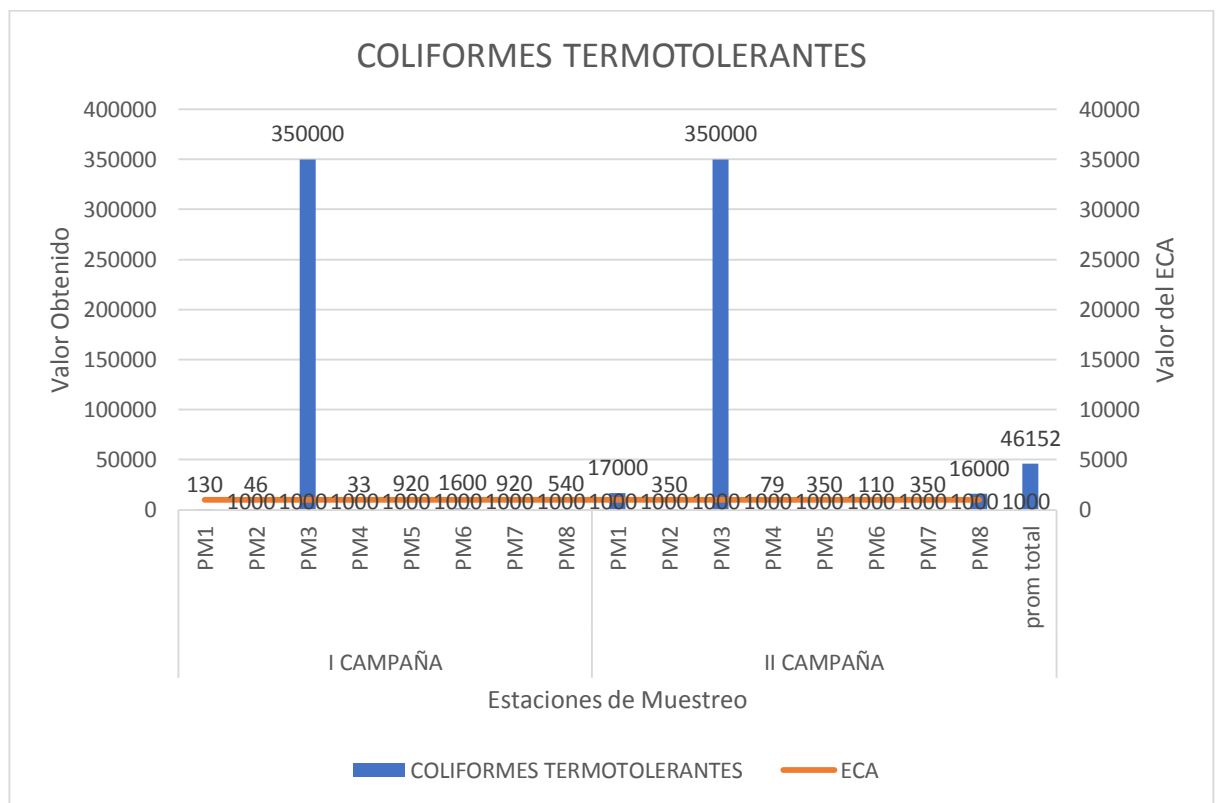


Figura 14: Gráfica de Resultados de Coliformes Termotolerantes obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia.

La concentración obtenida en las dos estaciones se presenta a continuación, para I Campaña: $PM3 > PM6 > PM5 = PM7 > PM8 > PM1 > PM2 > PM4$ y para la II Campaña: $PM3 > PM1 > PM8 > PM5 = PM7 = PM2 > PM6 > PM4$ Para ambas campañas se encontró que en el punto PM3 los valores obtenidos son mayores a lo establecido en las ECA del agua N° 004-2017-MINAM. Para la categoría 3, mientras que en el punto PM4 encontramos valores idóneos para la categoría 3 según ECA del agua N° 004-2017-MINAM).

En las campañas I y II de Coliformes termotolerantes el promedio global es de 46152 el cual nos indica que los valores obtenidos son mayores a lo establecido en las ECA del agua N° 004-2017-MINAM. Para la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales. (Ver Tabla de interpretación 25).

8.3.4. Nitratos.

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA							
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
NITRATOS	3.55	6.96	0.9	0.6	0.064	0.9	0.13	0.3	1.12	7.94	1.59	0.3	0.064	0.064	0.064	0.064

Tabla 26: Resultados de Nitratos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

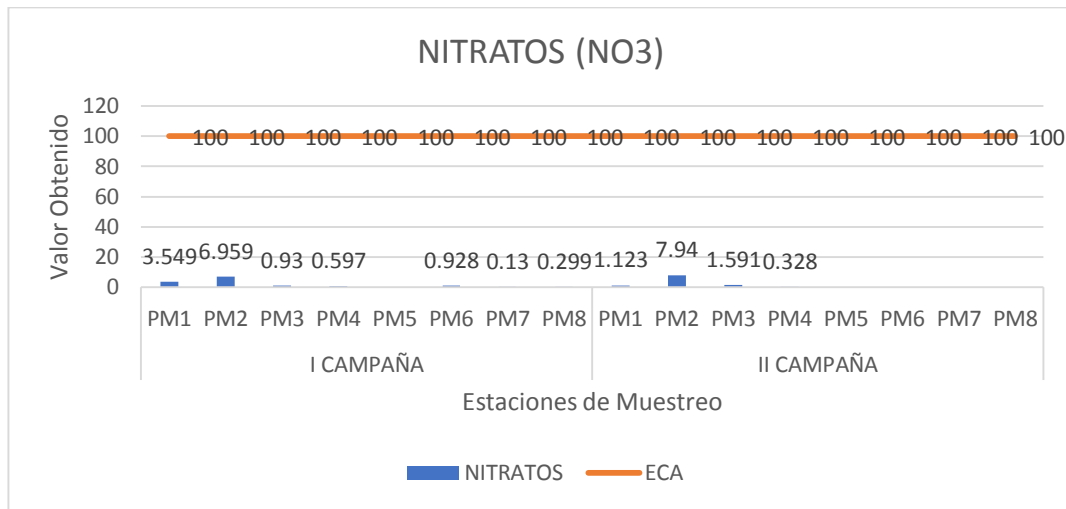


Figura 15: Gráfica de Resultados de Nitratos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La concentración obtenida en orden decreciente de mayor a menor se presenta a continuación, para I Campaña: PM2 > PM1 > PM3 > PM6 > PM4 > PM8 > PM7 > PM5 y para la II Campaña: PM2 > PM3 > PM1 > PM4 > PM5 = PM6 = PM7 = PM8. Para ambas campañas se encontró que según los ECA del agua N° 004-2017-MINAM son aguas de categoría 3 que son destinadas para riego de vegetales y bebida de animales, los valores que no se representan en los gráficos es porque están por debajo de los LCM. (Ver Tabla de interpretación 26).

8.3.5. Fosfatos.

PARAMETROS	I CAMPAÑA								II CAMPAÑA							
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
FOSFATOS	0.188	0.032	97.08	0.15	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.525	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032

Tabla 27: Resultados de Fosfatos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

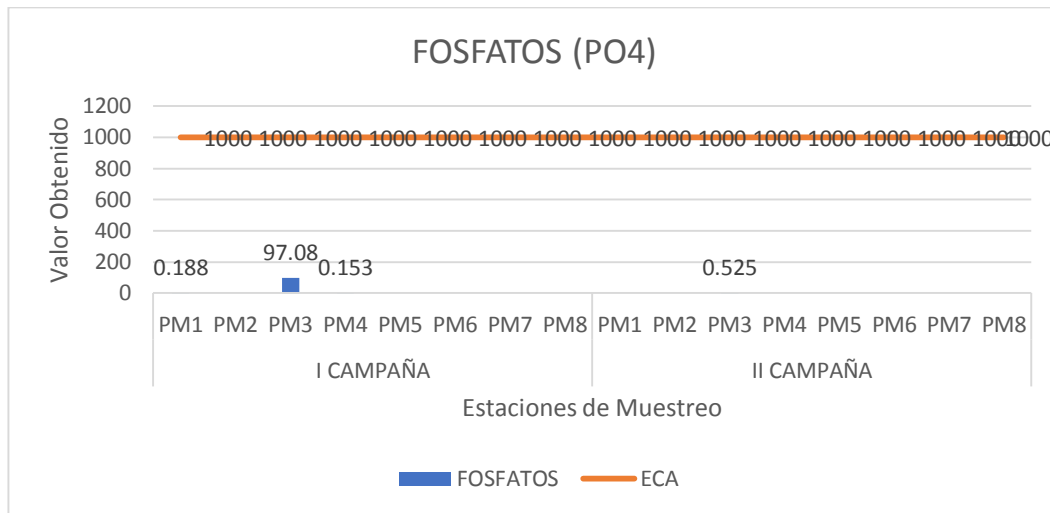


Figura 16: Gráfica de Resultados de Fosfatos obtenidos en los 8 puntos y dos campañas de muestreo.

Fuente: Elaboración Propia

La concentración obtenida en orden decreciente de mayor a menor se presenta a continuación, para I Campaña: PM3 > PM6 > PM5 = PM7 > PM8 > PM1 > PM2 > PM4 y para la II Campaña: PM3 > PM1 > PM8 > PM5 = PM7 = PM2 > PM6 > PM4. Para ambas campañas se encontró que según los ECA del agua N° 004-2017-MINAM), son aguas de categoría 3 que son destinadas para riego de vegetales y bebida de animales, los valores que no se representan en los gráficos es porque están por debajo de los LCM. (Ver Tabla de interpretación 27).

8.4. Resultados de Análisis de la Regresión Lineal, Resultados de “R”.

8.4.1. Relación entre DBO₅, NO₃ y COLIFORMES TERMOTOLERANTES

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO, NO ₃ y Coliformes termotolerantes.	0.759	0.756	0.749	0.755	0.743

Tabla 28: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, NO₃ y COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “R” es de 0.743 a 0.759 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.2. Relación entre COLIFORMES TERMOTOLERANTES, CONDUCTIVIDAD y OXÍGENO DISUELTO.

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
Coliformes termotolerantes, Conductividad y Oxígeno Disuelto.	0.922	0.905	0.923	0.907	0.915

Tabla 29: Resultados de Regresión lineal entre COLIFORMES TERMOTOLERANTES, CONDUCTIVIDAD y OXÍGENO DISUELTO.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.905 a 0.923 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.3. Relación entre DBO₅, DQO y OXÍGENO DISUELTO

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO, DQO y Oxígeno Disuelto.	0.879	0.850	0.900	0.867	0.891

Tabla 30: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, DQO y OXÍGENO DISUELTO

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.850 a 0.900 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.4. Relación entre PO₄, NO₃ y OXÍGENO DISUELTO.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
PO ₄ , NO ₃ y Oxígeno Disuelto.	0.879	0.852	0.901	0.869	0.913

Tabla 31: Resultados de Regresión lineal entre PO₄, NO₃ y OXÍGENO DISUELTO.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.852 a 0.913 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.5. Relación entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
pH, Conductividad y Coliformes Termotolerantes.	0.833	0.852	0.795	0.839	0.820

Tabla 32: Resultados de Regresión lineal entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.795 a 0.852 lo que nos indica que la relación es media alta.

8.4.6. Relación entre CONDUCTIVIDAD, NO₃ y PO₄.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
Conductividad, NO ₃ y PO ₄ .	0.878	0.867	0.850	0.856	0.831

Tabla 33: Resultados de Regresión lineal entre CONDUCTIVIDAD, NO₃ y PO₄.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.831 a 0.878 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.7. Relación entre DQO, PO₄ y OXÍGENO DISUELTO.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, PO ₄ y Oxígeno Disuelto.	0.879	0.850	0.900	0.867	0.891

Tabla 34: Resultados de Regresión lineal entre DQO, PO₄ y OXÍGENO DISUELTO.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.850 a 0.900 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.8. Relación entre DBO₅, PO₄ y OXÍGENO DISUELTO

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO ₅ , PO ₄ y Oxígeno Disuelto.	0.879	0.850	0.900	0.867	0.891

Tabla 35: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, PO₄ y OXÍGENO DISUELTO.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “R” es de 0.850 a 0.900 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.9. Resultados de Regresión lineal entre PO₄, OXÍGENO DISUELTO y CONDUCTIVIDAD

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
PO ₄ , Oxígeno Disuelto y Conductividad.	0.921	0.905	0.923	0.907	0.915

Tabla 36: Resultados de Regresión lineal entre PO₄, OXÍGENO DISUELTO y CONDUCTIVIDAD.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “R” es de 0.905 a 0.923 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.10. Relación entre PO₄, CONDUCTIVIDAD y pH.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
PO ₄ , Conductividad y pH.	0.836	0.854	0.798	0.841	0.823

Tabla 37: Resultados de Regresión lineal entre PO₄, CONDUCTIVIDAD y pH.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.798 a 0.854 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.11. Relación entre DBO₅, CONDUCTIVIDAD y pH.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO ₅ , Conductividad y pH.	0.835	0.853	0.797	0.841	0.822

Tabla 38: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, CONDUCTIVIDAD y pH.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.797 a 0.853 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.12. Relación entre DBO₅, CAUDAL y pH.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO ₅ , Caudal y pH.	0.730	0.711	0.737	0.729	0.801

Tabla 39: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, CAUDAL y pH.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.711 a 0.801 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.13. Relación entre DQO, CAUDAL y pH.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, Caudal y pH	0.730	0.711	0.737	0.729	0.801

Tabla 40: Resultados de Regresión lineal entre DQO, CAUDAL y pH.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.711 a 0.801 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.14. Relación entre pH, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP'COL	BMWP'BOL	ABI	EPT	CERA
pH, Conductividad y Coliformes Termotolerantes.	0.731	0.712	0.738	0.731	0.803

Tabla 41: Resultados de Regresión lineal entre pH, Conductividad y Coliformes Termotolerantes.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.712 a 0.803 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.15. Relación entre pH, CONDUCTIVIDAD y OXÍGENO DISUELTO

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP'COL	BMWP'BOL	ABI	EPT	CERA
pH, Conductividad y Oxígeno Disuelto	0.832	0.806	0.839	0.826	0.880

Tabla 42: Resultados de Regresión lineal entre pH, Conductividad y Oxígeno Disuelto

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.806 a 0.880 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.16. Relación entre DQO, OXÍGENO DISUELTO y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

PARÁMETROS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
FISICOQUÍMICOS					
DQO,	Oxígeno	0.891	0.873	0.907	0.884 0.905
Disuelto	y				
Coliformes					
Termotolerantes.					

Tabla 43: Resultados de Regresión lineal entre DQO, OXÍGENO DISUELTO y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.873 a 0.907 lo que nos indica que la relación es **alta**.

8.4.17. Relación entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y NO₃.

PARÁMETROS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
FISICOQUÍMICOS					

DQO, Coliformes Termotolerantes y NO ₃ .	0.759	0.756	0.749	0.755	0.743
---	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 44: Resultados de Regresión lineal entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y NO₃.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.743 a 0.759 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.18. Relación entre DQO, CONDUCTIVIDAD y PO₄.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, Conductividad y PO ₄ .	0.799	0.799	0.763	0.793	0.808

Tabla 45: Resultados de Regresión lineal entre DQO, CONDUCTIVIDAD y PO₄.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.763 a 0.808 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.19. Relación entre DQO, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, Conductividad y Coliformes Termotolerantes.	0.830	0.818	0.792	0.811	0.817

Tabla 46: Resultados de Regresión lineal entre DQO, CONDUCTIVIDAD y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.792 a 0.830 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.20. Relación entre NO₃, CAUDAL y OXÍGENO DISUELTO.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
NO ₃ , Caudal y Oxígeno Disuelto.	0.796	0.762	0.806	0.790	0.839

Tabla 47: Resultados de Regresión lineal entre NO₃, CAUDAL y OXÍGENO DISUELTO.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.762 a 0.839 lo que nos indica que la relación es **media alta**.

8.4.21. Relación entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y DBO₅.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP’ COL	BMWP’BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, Coliformes Termotolerantes y DBO.	0.542	0.556	0.529	0.578	0.660

Tabla 48: Resultados de Regresión lineal entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y DBO₅.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.529 a 0.660 lo que nos indica que la relación es **media**.

8.4.22. Relación entre PO₄, CAUDAL y NO₃.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP’COL	BMWP’BOL	ABI	EPT	CERA
PO ₄ , CAUDAL y NO ₃	0.629	0.595	0.644	0.621	0.637

Tabla 49: Resultados de Regresión lineal entre PO₄, CAUDAL y NO₃.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.595 a 0.644 lo que nos indica que la relación es **media**.

8.4.23. Relación entre DBO₅, DQO y pH.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO ₅ , DQO y pH.	0.682	0.663	0.655	0.672	0.740

Tabla 50: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, DQO y pH.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.655 a 0.740 lo que nos indica que la relación es **media**.

8.4.24. Relación entre DBO₅, DQO y PO₄.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DBO ₅ , DQO y PO ₄ .	0.395	0.371	0.401	0.430	0.554

Tabla 51: Resultados de Regresión lineal entre DBO₅, DQO y PO₄.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.371 a 0.554 lo que nos indica que la relación es **baja**.

8.4.25. Relación entre DQO, NO₃ y DBO₅.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, NO ₃ y DBO ₅ .	0.627	0.593	0.632	0.616	0.629

Tabla 52: Resultados de Regresión lineal entre DQO, NO₃ y DBO₅.

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.593 a 0.632 lo que nos indica que la relación es **media**.

8.4.26. Relación entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y CAUDAL

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	BMWP´COL	BMWP´BOL	ABI	EPT	CERA
DQO, Coliformes Termotolerantes y CAUDAL.	0.606	0.631	0.638	0.662	0.774

Tabla 53: Resultados de Regresión lineal entre DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES y CAUDAL

Fuente: Elaboración Propia

La regresión lineal de la variable **independiente** (índices), y la variable **dependiente** (parámetros fisicoquímicos). El resultado obtenido en “**R**” es de 0.593 a 0.632 lo que nos indica que la relación es **media**.

9. Discusión

La alta alcalinidad en las muestras a partir del PM2 hasta el PM7 en los puntos de muestreo en la tesis encontramos suelos calcáreos (pH entre 7.5 y 8.5 por la presencia de canteras de cal en zona y en los suelos sódicos (pH > 8) la alcalinidad se debe a la presencia dominante del ion Na⁺ en el complejo de intercambio. Los suelos alcalinos, sin sodio por encima de 8.5 son perjudiciales para las plantas y pueden producir problemas de deficiencia de hierro, zinc, manganeso y boro; mientras que la presencia de sodio produce problemas de aireación del suelo debido al deterioro de la estructura física, que a su vez puede inducir cambios en la disponibilidad de nutrientes. Según (Eliades, L. A. (2009).

Los valores de fosfatos obtenidos variaron de 0.15 mg/L en PM4 a 97.08 mg/L en PM3, ambas en época de lluvia, mientras que época de estiaje el único valor obtenido es de 0.525 en PM3. Sin embargo, estos valores en los ocho puntos de muestreo no superaron los ECA (1000 mg/L) para la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales. Mientras que, los nitratos presentaron concentraciones muy bajas en los ocho puntos de muestreo y en épocas de lluvia y estiaje. La determinación de fosfatos y nitratos es importante ya que permite detectar problemas de eutrofización de los cuerpos de agua (Rivera et al., 2008).

En términos generales, la mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos se registró en el PM5 en las épocas (lluvia y estiaje). Las ordenes que solo encontramos en este punto son: orden *Coleóptera* con la familia *Psephenidae*, orden *plecóptera* con la familia *Perlidae* y orden *Trichoptera* con la familia *Limnephilidae*. Esto hace referencia

que las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas de aquí su uso como indicadores en el cálculo del índice EPT. (Alonso y Camargo, 2005).

En los resultados de los Macroinvertebrados bentónicos en los ocho puntos en época de lluvia y estiaje, se encontraron las siguientes órdenes y familias: La orden *Diptera* familia *chironomidae*, La familia *Chironomidae*, es una de los taxas que mejor representa los cuerpos béticos epicontinentales del Neotrópico (Spies & Reiss, 1996; Iannacone & Alvariño, 2000; Fittkau, 2001; Butakka et al., 2002; Moretto et al., 2002; Porto et al., 2002). A nivel mundial, los quironómidos, es una familia comúnmente usada para determinar la toxicidad en sedimentos y la bioacumulación de los contaminantes asociados a estos, la U. S. Environmental Protection Agency (EPA) y la Agency Society for Testing and Materials (ASTM) han publicado procedimientos detallados para el estudio de la toxicidad en sedimentos con *Chironomus tentans* y *Chironomus riparius* (Pascoe et al., 2000; Arrascue et al., 2001), siendo ampliamente usados como modelos biológicos, para evaluar los cuerpos de aguas y sedimentos directos y sus elutriados. La familia Chironomidae, ha sido predominante en este estudio, al igual que en el estudio realizado del humedal costero de las Albuferas de Medio Mundo, Lima, Perú (Iannacone et al., 2001).

El análisis de regresión lineal obtenido nos indica que para el presente estudio los parámetros que guardan mayor relación con los índices son Coliformes Termotolerantes, Conductividad y Oxígeno Disuelto. Si bien es cierto el DBO₅ es el indicador utilizado para determinar la contaminación orgánica en cuerpos de agua, no obtuvimos en la mayoría de las estaciones valores significativos salvo en PM₃. Si tenemos en cuenta que el programa SPSS que hizo la correlación agrupa valores al hacer la regresión y siendo valores tan bajos

de DBO_5 no encontró una relación significativa, Por esta razón el DBO_5 , DQO y Fosfatos son los que tiene menor relación con los índices. Sin embargo, el programa determina que la conductividad y el oxígeno disuelto guardan una mayor relación con los resultados de los índices si observamos la tabla 19 el valor de conductividad en promedio más alto se encuentra en PM1 lo que significa que mientras mayor la conductividad más bajos serán los valores de los de los índices. Y para el caso del oxígeno disuelto ocurre lo mismo como se puede observar en la tabla 21.

10. Conclusiones

- Al evaluar la contaminación orgánica del Río Llaucano se pudo determinar que la estación que presenta la mayor contaminación fue PM3. Esta estación obtuvo los valores más altos de DBO₅ (10.5 y 7 mg/L), DQO (51.8 y 29.4 mg/L) y Coliformes termotolerantes (350000 NMP/ 100mL). Los resultados para los 5 índices aplicados para esta estación nos arrojan calidades de mala a pésima en las 2 campañas de monitoreo realizadas lo que indica fuertes alteraciones de origen orgánico. Para las otras 7 estaciones los resultados varían de regular a buena calidad en los 5 índices salvo la estación PM1 que presentó una pésima calidad en todas las campañas. Esto se debe a que como se indicó en la descripción las estaciones de muestreo, este punto es el Río Tingo Maygasbamba el cual presenta una fuerte influencia de metales pesados de la parte alta de los pasivos mineros del Sinchao en Hualgayoc, arrojándonos un resultado de pésimo para todos los índices aplicados.
- Se identificaron durante las 2 campañas de muestreo y las 8 estaciones de muestreo un total de 4 clases *Gasterópoda*, *Turbelaria*, *Insecta* y *Oligochaeta*; 10 ordenes *Basommatophora*, *Tricladia*, *Diptera*, *Haplotaxida*, *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Megaloptera*; y 23 familias *Physidae*, *Planorbidae*, *Simuliidae*, *Chironomidae*, *Ceratopogonidae*, *Tipulidae* *Haplotaxidae*, *Psephenidae*, *Elmidae*, *Staphylinidae*, *Naucoridae*, *Perlidae*, *Leptohyphidae*, *Baetidae*, *Leptophlebiidae*, *Hydropsychidae*, *Philopotamidae*, *Hydrobiosidae*, *Calamoceratidae*, *Polycentropodidae*, *Hidroptilidae*, *Limnephilidae*, *Corydalidae*.
- De los resultados obtenidos se puede indicar que de acuerdo a los 5 índices aplicados la mayor calidad del ecosistema acuático del Río Llaucano se presentó en las estaciones

PM5 y PM6 en ambas campañas que obtuvieron resultados que van de regular a buena durante todo el estudio. Las estaciones que presentaron la peor calidad fueron PM1 y PM3. Por esta razón se podría afirmar las dos hipótesis planteadas en esta investigación ya que hay presencia de contaminantes orgánicos en una de las estaciones analizadas (PM3) y para las demás no según los resultados del DBO₅.

- De los resultados fisicoquímicos y microbiológicos realizados se puede concluir que los Nitratos, Conductividad, Fosfatos, Oxígeno disuelto, DBO no superaron los valores de DS. 004-2017 MINAM estándares de calidad ambiental de agua peruanos categoría 3 para agua de riego y bebida de animales. Los valores de pH si superan en algunas estaciones este valor teniendo el agua una tendencia alcalina. Esto se debe a la misma naturaleza del suelo de la zona de estudio, formado mayormente por rocas calizas. Los valores de DQO fueron superados en la época de lluvia (campaña I). Para los análisis microbiológicos obtenidos las estaciones PM3 supera el ECA de agua, PM1 y PM8 superan el ECA en la época de lluvia.
- Al realizar el análisis de regresión lineal entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y los resultados de los índices bióticos aplicados podemos concluir que los parámetros Coliformes termotolerantes, Conductividad y Oxígeno Disuelto guardan una relación directa con los resultados de los índices BMWP'COL, BMWP'BOL, ABI, EPT y CERA debido a que se obtuvo en ellos un valor de R cercano a 1. Es importante mencionar que si bien el DBO₅ para casi la mayoría de los puntos no presenta resultados significativos ya que en su mayoría se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio para todas las estaciones salvo PM3 el programa SPSS al realizar el

análisis de regresión Lineal toma las medias de cada valor para relacionarlos con valores números del índice y al obtener un resultado tan bajo en el DBO_5 no encontró una relación significativa.

11. Recomendaciones.

- Se recomienda realizar más monitoreos para la determinación de la contaminación orgánica del Río Llaucano ya que las aguas este río se utiliza en la agricultura por lo que tienen una importancia significativa en los productos de consumo que son regadas con ellas. Se recomienda profundizar en el estudio de metales pesados que impactan en la calidad del agua del Río Llaucano.
- Que se establezcan más investigaciones para ampliar la línea de base de macroinvertebrados bentónicos en el Rio Llaucano.
- Las autoridades deben incrementar el tratamiento de aguas residual de la Ciudad de Bambamarca.

12. Lista de referencias.

Adriansee M. (1994). Information Requirements as Design Criteria for Surface Water Monitoring. Proceeding Workshop Monitoring Tailor – Made, Beekbergen, The Netherlands. September. 1994.

Alonso A & J. A. Camargo. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadores del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles.

Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Hellawell (1978). p: 51-56.

Ártica, J. M. (11 de DICIEMBRE de 2011). EDUCA MAS. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:54e4puvAsIEJ:educagratias.cl/moodle/mod/resource/view.php%3Fid%3D2491+&cd=2&hl=es&ct=cInk&gl=pe>.

Balmaceda Lozada, J. M. (2007). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en el río Chicama. Regiones. La Libertad-Cajamarca. Perú. 2006.

Caicedo, O., & Palacio, J. (1998). Los macroinvertebrados béticos y la contaminación orgánica en la quebrada La Mosca (Guarne, Antioquía, Colombia). Actualidades biológicas, 61-73.

- Custodio Villanueva, M., & Chanamé Zapata, F. C. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. *Scientia Agropecuaria*, 33-44.
- Eliades, L. A. (2009). Estudio de la microbiota alcalofílica y alcalino-tolerante del suelo de los bosques de *Celtis tala* Gill (ex Planch) y *Scutia buxifolia* Reiss en el Partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo).
- Flores Rojas, D., & Huamantínco Araujo, A. (2017). Desarrollo de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana basada en macroinvertebrados bentónicos en la Cuenca del Jequetepeque (Cajamarca, Perú). *Ecología Aplicada*, 105-114.
- Figuerola, R., Valdovinos, C., Araya, E., & PARRA, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 275-285.
- Guerrero-Bolaño, F., Manjarrés-Hernández, A., & Núñez-Padilla, N. (2003). Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana*, 43-55.
- Hoyos, C. A. B., & Toro, Á. W. (2014). Evaluación de la estratificación térmica y su relación con el oxígeno disuelto del agua en la ciénaga Cachimbero, municipio de Cimitarra, Santander. *Revista Facultad de Ingeniería*, 48-65.

Iannacone, J., Mansilla, J., & Ventura, K. (2003). Macroinvertebrados en las lagunas de puerto viejo, Lima-Perú. *Ecología aplicada*, 116-124.

LEXICON. (2 de NOVIEMBRE de 2016). LEXICON. Obtenido de <http://lexicoon.org/es/sedimentacion>.

López, J. C. A., & Gil, R. A. (2016). Dispositivo electrónico de medición del caudal de agua para canales abiertos. *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 91-99.

Maroneze, D.M.; Tupinambás, T.H.; França, J.S.; Callisto, M. (2011). Efectos de la reducción de flujo y aliviaderos en la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en un tramo de río brasileño. *Braz J Biol*, 71: 639-651.

MINAM. (diciembre de 2015). D.S 0015-2015 del MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Lima, Perú.

Paredes, C., Iannacone, J., & Alvarino, L. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú. *Revista peruana de entomología*, 107-118.

Pérez-Castillo, A. G., & Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista de Biología tropical*, 1905-1918.

- Pinilla, G. A. (2011). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos en Colombia. Santander - Bogotá: fundación universidad de Bogotá.
- Rivera, U.J.; Camacho, P.D.; Botero, B.A. 2008. Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia. *Acta biol. Colomb.* 13: 133-146.
- Romero Rojas, J. A. (1999). Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. JA Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, 17-23.
- Rosenberg, D. M. y Resh, V. H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall. London, Great Britain.
- Saavedra, Z. P., Chung, I. B., & Aguilar, M. A. (2011). Evaluación de comunidades de macroinvertebrados Asociados a tres especies de macrófitas acuáticas en la Laguna de Moronacocha, Iquitos. *Ciencia Amazónica:(Iquitos)*, 96-103.
- Oscoz, J., Gomà, J., Ector, L., Cambra, J., Pardos, M., & Durán, C. (2007). Estudio comparativo del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Ebro mediante macroinvertebrados y diatomeas. *Limnetica*, 143-158.
- Valdés, D., & Real, E. (1994). Flujos de amonio, nitrito, nitrato y fosfato a través de la interface sedimento-agua, en una laguna tropical. *Ciencias marinas*.

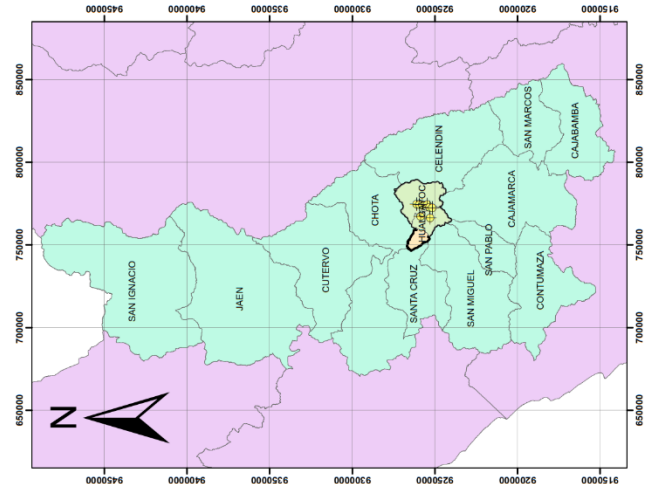
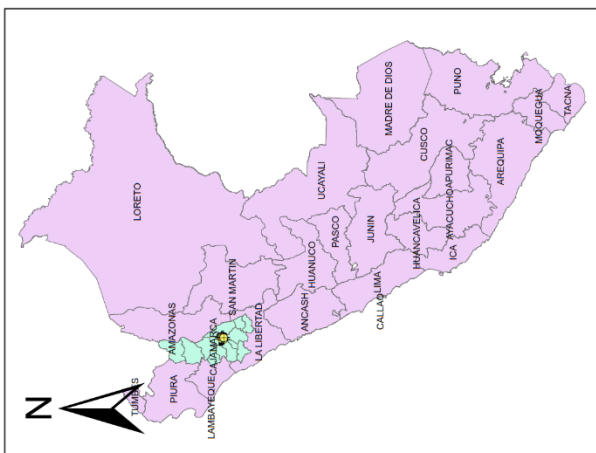
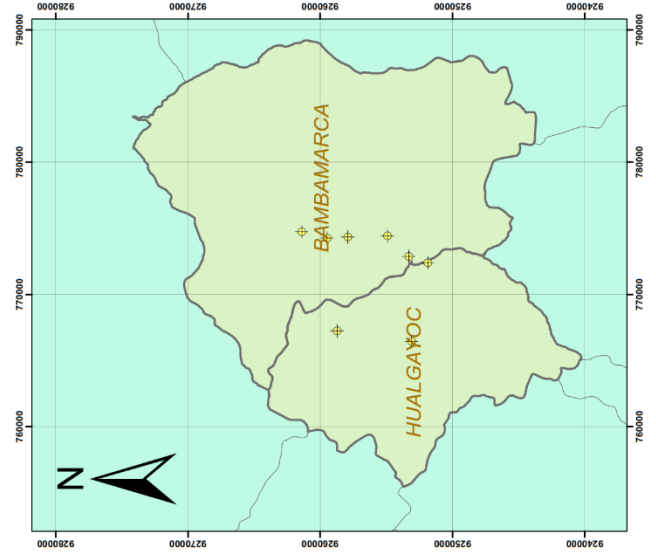
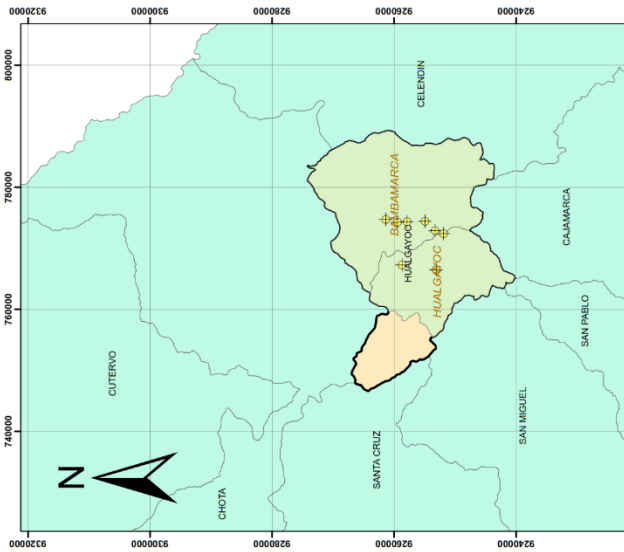
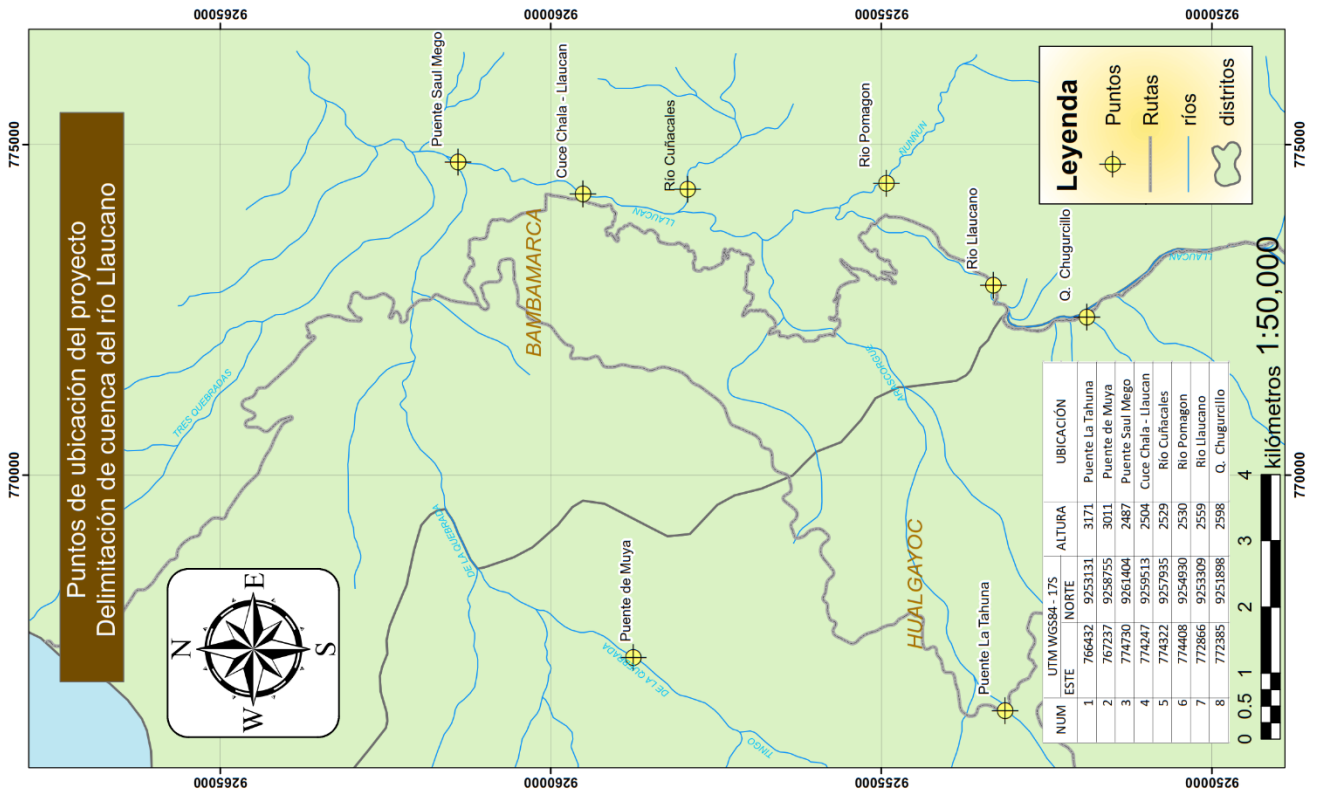
VonHessberg H., Toro D., Grajales-Quintero A., Duque-Quintero., Uribe L., 2009.

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Municipio Palestina, Colombia.

Zamora, J. R. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. Pensamiento Actual, 125-134.

13. Anexos

ANEXO 1. PLANO DE UBICACIÓN



**ANEXO 2. RESULTADOS DE FAMILIAS DE
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS
ENCONTRADOS EN LAS DOS CAMPAÑAS DE
MUESTREO**

Estaciones de muestreo

Macroinvertebrados			Campaña I								Campaña II								
Clase	Orden	Familia	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	
Gastropoda	Basommatophora	Physidae								1					1	1	1		
Turbelaria	Tricladia	Planorbidae			1								1	1	1	1			
Insecta	Diptera	Simuliidae			1	1	1								1				
		Chironomidae	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Ceratopogonidae															1		
		Tipulidae		1															
Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxidae		1	1	1	1			1			1	1		1		1	
Insecta	Coleoptera	Psephenidae					1							1					
		Elmidae			1	1	1	1	1	1					1		1	1	
		Staphylinidae	1																
Insecta	Hemiptera (Heteroptera)	Naucoridae		1															
Insecta	Plecoptera	Perlidae					1							1					
Insecta	Ephemeroptera	Leptohiphidae														1			
		Baetidae		1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1			
		Leptophlebiidae							1	1									
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae				1	1	1						1					
		Philopotamidae				1	1	1	1	1			1	1		1		1	
		Hydrobiosidae				1		1							1	1			
		Calamoceratidae		1							1								
		Polycentropodidae													1	1	1	1	
		Hidroptilidae														1			
		Limnephilidae					1									1			
Insecta	Megaloptera (Neuroptera)	Corydalidae											1						

ANEXO 3. HOJAS DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DEL RÍO LLAUCANO

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha:
Responsable de muestreo:

Hora:
Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra:
Tipo de muestra:
Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca:	Subcuenca:	Río:
Estación:		
Coordenadas GPS:		
Código fotografía:		
Descripciones de acceso al lugar:		

Descripción física del lugar:

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo:

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua:	T del agua:
Conductividad eléctrica del agua:	T del aire:
OD:	Caudal:

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones:
Nubosidad:
Viento:

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor:	Color:
Materia flotante:	Otras observaciones:

Fauna y flora:

HERRAMIENTAS DE MUESTREO

Tipo de muestreador:	Prelavado del muestreador:
Tipo del recipiente:	Material del recipiente:
Prelavado del recipiente:	

ENVÍO DE LA MUESTRA

Preservación de la muestra:

REQUERIMIENTOS PARA EL LABORATORIO:

Análisis necesarios:

OTRAS OBSERVACIONES

Condiciones de referencia en Ríos Andinos. Protocolo CERA

Apartado		Poco	Medio	Mucho
	CUENCA	Puntuación		<input type="text"/>
1.1	Cobertura de especies introducidas (Eucaliptos y pinos especialmente)	5	3	1
1.2	Porcentaje de cobertura en pastos artificiales	5	3	1
1.3	Porcentaje de cobertura en usos urbanos	5	3	1
1.4	Ausencia de vegetación autóctona	5	3	1
1.5	Explotaciones mineras	5	3	1
1.6	Explotaciones ganaderas intensivas (intensivas)	5	3	1
	HIDROLOGÍA	Puntuación		<input type="text"/>
2.1	Presencia de grandes presas aguas arriba del lugar	5	3	1
2.2	Derivaciones de agua para hidroeléctricas azudes (< 10m)	5	3	1
2.3	Trasvases a otras cuencas o desde otras cuencas	5	3	1
2.4	Derivaciones para usos en agricultura y ganadería	5	3	1
2.5	Derivaciones para uso en minería	5	3	1
2.6	Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales)	5	3	1
	TRAMO (incluye ribera y zona inundación)	Puntuación		<input type="text"/>
3.1	Canalización del río por infraestructuras rígidas (escolleras, etc...)	5	3	1
3.2	Canalización del río por terraplenes	5	3	1
3.3	Presencia de cultivos y/o vacas y pasto en la llanura de inundación	5	3	1
3.4	Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones...)	5	3	1
3.5	Falta de cubierta de la zona de ribera (árboles o arbustos)	5	3	1
3.6	% Cubierta vegetal por especies introducidas (árboles o arbustos)	5	3	1
	LECHO	Puntuación		<input type="text"/>
4.1	Sustrato del lecho totalmente artificial (p.e. cemento, escollera...)	5	3	1
4.2	Infraestructuras transversales (p.e. azudes, vados)	5	3	1
4.3	Presencia de efluentes directos al río	5	3	1
4.4	Contaminación orgánica evidente	5	3	1
4.5	Contaminación minera evidente	5	3	1
4.6	Presencia de basuras y escombros (sea en la ribera o en el mismo lecho)	5	3	1
		Puntuación total		<input type="text"/>

El valor máximo del índice es de 120, el mínimo 24.

Se considera que valores superiores a 100 son necesarios para poder considerar un punto como de referencia.

De todas formas un punto de referencia debe obtener como mínimo 20 puntos de cada apartado.

Condiciones de referencia en Ríos Andinos para zonas de Pajonal (> 3500m). Protocolo CERA

Apartado		Poco	Medio	Mucho
	CUENCA	Puntuación		<input type="text"/>
1.1	Degradación de la cobertura de pajonal	5	3	1
1.2	Porcentaje de cobertura en usos urbanos	5	3	1
1.3	Presencia de plantaciones de árboles introducidos (Pino/Eucaliptos)	5	3	1
1.4	Explotaciones mineras	5	3	1
1.5	Explotaciones ganaderas intensivas	5	3	1
	HIDROLOGÍA	Puntuación		<input type="text"/>
2.1	Presencia de grandes presas aguas arriba del lugar	5	3	1
2.2	Derivaciones de agua para hidroeléctricas azudes (< 10m)	5	3	1
2.3	Trasvases a otras cuencas o desde otras cuencas	5	3	1
2.4	Derivaciones para usos en agricultura y ganadería	5	3	1
2.5	Derivaciones para uso en minería	5	3	1
2.6	Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales)	5	3	1
	TRAMO (incluye ribera y zona inundación)	Puntuación		<input type="text"/>
3.1	Canalización del río por infraestructuras rígidas (escolleras, etc...)	5	3	1
3.2	Canalización del río por terraplenes	5	3	1
3.3	Presencia de cultivos y/o vacas y pasto en la llanura de inundación	5	3	1
3.4	Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones...)	5	3	1
3.5	Degradación del pajonal en la zona de ribera	5	3	1
3.6	% Cubierta vegetal por especies introducidas (árboles o arbustos)	5	3	1
	LECHO	Puntuación		<input type="text"/>
4.1	Sustrato del lecho totalmente artificial (p.e. cemento, escollera...)	5	3	1
4.2	Infraestructuras transversales (p.e. azudes, vados)	5	3	1
4.3	Presencia de efluentes directos al río	5	3	1
4.4	Contaminación orgánica evidente	5	3	1
4.5	Contaminación minera evidente	5	3	1
4.6	Presencia de basuras y escombros (sea en la ribera o en el mismo lecho)	5	3	1
		Puntuación total		<input type="text"/>

El valor máximo del índice es de 110 en el caso de pajonal, el mínimo 24.

Se considera que valores superiores a 100 son necesarios para poder considerar un punto como de referencia.

De todas formas un punto de referencia debe obtener como mínimo 20 puntos de cada apartado.

Especificaciones de cada apartado

El significado de Poco, Medio o Mucho en cada caso se explica a continuación.

CUENCA	
1.1	Poco < 10%, Medio 10 – 30%, Mucho > 30%
1.2	Poco < 10%, Medio 10 – 30%, Mucho > 30%
1.3	Poco < 1%, Medio 1 – 10%, Mucho > 10%. Incluye la presencia de floriculturas
1.4	Poco < 10%, Medio 10 – 50%, Mucho > 50%
1.5	Poco: inexistente o de muy baja intensidad, Medio: 1 grande o varias de poca intensidad, Mucho: 2 grandes o muchas de pequeña intensidad
1.6	Poco: inexistente o mínimas, Medio: presencia de una gran explotación, Mucho: varias explotaciones grandes
HIDROLOGÍA	
2.1	Grandes presas (> 10m). Poco: inexistente, Medio: 1, Mucho >1
2.2	Reducción caudal. Poco < 10%, Medio 10 – 50%, Mucho > 50%
2.3	Reducción caudal. Poco: sin trasvase, Medio < 25%, Mucho >25%. Incluir también trasvases de otras cuencas
2.4	Reducción caudal. Poco: sin desvío, Medio < 25%, Mucho > 25% (Atención si hay múltiples pequeñas pasar de medio a mucho)
2.5	Reducción caudal. Poco: sin desvío, Medio < 25%, Mucho > 25% (Atención si hay múltiples pequeñas pasar de medio a mucho)
2.6	Reducción caudal. Poco: sin desvío, Medio < 25%, Mucho > 25% (Atención si hay múltiples pequeñas pasar de medio a mucho)
TRAMO (incluye ribera y zona inundación)	
3.1	Poco: sin canalización, Medio < 25%, Mucho >25%
3.2	Poco: sin canalización, Medio < 50%, Mucho >50%
3.3	Poco: sin cultivos, Medio < 50%, Mucho > 50%
3.4	Poco: no hay, Medio: en uno de los lados, Mucho: en los dos lados (cubriendo > 10% superficie)
3.5	Poco: totalmente cubierto por vegetación nativa, Medio < 50%, Mucho > 50%
3.6	Poco: sin especies introducidas, Medio < 50%, Mucho > 50%
LECHO	
4.1	Poco: nada, Medio < 10%, Mucho > 10%
4.2	Poco: ninguno, Medio: 1, Mucho > 1 (los puentes que cruzan el río no se incluyen)
4.3	Poco: no hay, Medio 1 o 2 efluentes de poco caudal, Mucho: varios de poco caudal o uno de mucho caudal relativo al río
4.4	Poco: río transparente y sin olor, Medio: río turbio y poca olor, Mucho: río con espuma y mucha olor
4.5	Poco: no hay minas, Medio: río con sedimentos en suspensión, Mucho: sedimentos muy abundantes y conocimiento de pH muy ácido o muy básico
4.6	Poco: no hay o solo aisladamente, Medio: acumulaciones de forma aislada, Mucho: vertedero

Apartados restrictivos

Apartados que pueden constituir por ellos mismos una restricción para no declarar un punto como referencia por su afectación grave (puntuación 1 en el apartado):

Bloque 1	1.3, 1.5
Bloque 2	2.1, 2.3. (Respecto a los apartados 2.2, 2.4, 2.5, 2.6, solo se aplica si la derivación es próxima, pero no si se ha producido ya el retorno al río del agua derivada en puntos aguas debajo de la cuenca)
Bloque 3	3.1
Bloque 4	4.1, 4.4 y 4.5 si el valor es 1.

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra:
Fecha:
Operador:

Bloques	Puntuación
---------	------------

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 – 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 – 60 %	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	

TOTAL (una categoría)

2. Frecuencia de rápidos

Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río <7	10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 – 15	8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 – 25	6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
Sólo pozas	2	

TOTAL (una categoría)

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 – 10%	2	
	> 10 %	5	
% Cantos y gravas	1 – 10%	2	
	> 10 %	5	
% Arena	1 – 10%	2	
	> 10 %	5	
% Limo y arcilla	1 – 10%	2	
	> 10 %	5	

TOTAL (sumar categorías)

4. Regímenes de velocidad / profundidad

Somero:< 0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento:< 0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	

TOTAL (una categoría)

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10	
Totalmente en sombra	7	
Grandes claros	5	
Expuesto	3	

TOTAL (una categoría)

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	

TOTAL (una categoría)

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10 – 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Pecton	10 – 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10 – 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	

TOTAL (sumar categorías)

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra:
Fecha:
Operador:

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
1. Grado de cubierta de la zona de ribera		
> 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 – 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	
10 – 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
< 10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	+10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	+5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
	TOTAL	<input type="text"/>
2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)		
Recubrimiento de árboles superior al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	
Recubrimiento de árboles inferior al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo el 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	+10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	+5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	+5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
	TOTAL	<input type="text"/>
3. Calidad de la cubierta		
Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas	0	
> 75% de los arbustos son de especies autóctonas	+10	
51 – 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	+5	
26 – 50% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de los arbustos es de especies autóctonas	-10	
	TOTAL	<input type="text"/>
4. Grado de naturalidad del canal fluvial		
El canal del río no ha estado modificado	25	
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramos de muestreo de forma puntual pero abundantes	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
	TOTAL	<input type="text"/>
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)		<input type="text"/>

Evaluación de la Calidad de Ribera para Comunidades de Pajonales, Páramos y Punas (<3500 msnm), Índice QBR

Muestra:
Fecha:
Operador:

La puntuación de cada uno de los 3 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
---------	------------	--

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

> 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (Gramíneas y/o matorral y/o "almohadillas")	25	
50 – 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	
10 – 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
< 10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	+10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	+5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera < 50%	-5	
Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera > 50%	-10	

TOTAL

2. Calidad de la cubierta

Todas las especies vegetales de ribera autóctonas (gramíneas, matorral o almohadillas)	25	
Ribera con < 25% de la cobertura con especies introducidas (Eucalyptus spp., Pinus spp) o especies arbustivas secundarias (por efecto de sobrepastoreo)	10	
Ribera entre 25 – 80% de la cobertura con especies introducidas o con arbustivas secundarias	5	
Ribera con > 80% de especies introducidas o arbustivas secundarias	0	

TOTAL

3. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramos de muestreo de forma puntual pero abundantes	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	

TOTAL

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

Anexo 3: Hojas de campo

Especies vegetales nativas e introducidas en los Andes

Especies nativas	
Familia	Especie
	Árboles
Actinidaceae	Sauraria spp
Anarcadiaceae	Schinus spp
Apocynaceae	Aspidosperma quebracho-blanco
Araliaceae	Oreopanax spp
Asteraceae	Barnadesia spinosa
Asteraceae	Gynoxis spp
Berberidaceae	Berberis spp
Betulaceae	Alnus acuminata
Buddlejaceae	Buddleja spp
Caesalpiniaceae	Senna weddelliana
Clethraceae	Clethra spp
Clusiaceae	Clusia spp
Cunoniaceae	Weinmannia spp
Eaeocarpaceae	Vallea stipulans
Eaeocarpaceae	Vallea spp
Fabaceae	Cercidium andicola
Fabaceae	Acacia feddeana
Mimosaceae	Prosopis spp
Poaceae	Cortaderia nitida
Podocarpaceae	Podocarpus spp
Podocarpaceae	Prumnopitys spp
Rosaceae	Polylepis spp
Rosaceae	Hesperomeles spp
Rutaceae	Schinopsis haenkeana
Saxifragaceae	Escallonia spp
Solanaceae	Solanum culcullatum
Solanaceae	Solanum felinum
Verbenaceae	Citharexylum spp
Zygophyllaceae	Bulnesia rivas-martinezii
	Arbustos
Asteraceae	Parastrephia spp
Asteraceae	Baccharis spp
Asteraceae	Diplostephium spp
Grossulariaceae	Ribes spp
Melastomataceae	Brachyotum spp
Melastomataceae	Miconia spp
	Hierbas y arbustos sumergidos
Apiaceae	Archa sculenta
Brassicaceae	Nasturtium spp
Gesneriaceae	Koehleria spp
Gesneriaceae	Besteria spp
Gesneriaceae	Gunnera spp

Especies introducidas	
Familia	Especie
	Árboles
Fabaceae	Robinia pseudo - acacia
Myrtaceae	Eucalyptus spp
Pinaceae	Pinus spp
Platanaceae	Platanus x hispanica
Salicaceae	Populus deltoides
Salicaceae	Populus nigra spp italica
Salicaceae	Populus x canadensis
Salicaceae	Salix babylonica
Simaroubaceae	Ailanthus altísima
Ulmaceae	Celtis australis
	Frutales diversos

Evaluación de la Calidad del agua de los ríos andinos. Índice Biótico Andino (ABI)

Muestra:
Fecha:
Operador:

Orden	Familia	ABI	Abundancia	Orden	Familia	ABI	Abundancia
Turbellaria		5		Lepidoptera	Pyralidae	4	
Hirudinea		3		Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
Oligochaeta		1			Lampyridae	5	
Gasteropoda	Ancylidae	6			Psephenidae	5	
	Physidae	3			Scirtidae (Helodidae)	5	
	Hydrodiidae	3			Staphylinidae	3	
	Limnaeidae	3			Elmidae	5	
	Planorbidae	3			Dryopidae	5	
Bivalvia	Sphaeriidae	3			Gyrinidae	3	
Amphipoda	Hyalellidae	6			Dytiscidae	3	
Ostracoda		3			Hydrophilidae	3	
Hydracaruba		4			Hydraenidae	5	
Ephemeroptera	Baetidae	4		Diptera	Blepharoceridae	10	
	Leptophlebiidae	10			Simuliidae	5	
	Leptohyphidae	7			Tabanidae	4	
	Oligoneuridae	10		Tipulidae	5		
Odonata	Aeshnidae	6		Limoniidae	4		
	Gomphidae	8		Ceratopogonidae	4		
	Libellulidae	6		Dixidae	4		
	Coenagrionidae	6		Psychodidae	3		
	Calopterygidae	8		Dolichopodidae	4		
	Polythoridae	10		Stratiomyidae	4		
Plecoptera	Perlidae	10		Empididae	4		
	Gripopterygidae	10		Chironomidae	2		
Heteroptera	Veliidae	5		Culicidae	2		
	Gerridae	5		Muscidae	2		
	Corixidae	5		Ephydriidae	2		
	Notonectidae	5		Athericidae	10		
	Belostomatidae	4		Syrphidae	1		
	Naucoridae	5					
Trichoptera	Helicopsychidae	10					
	Calamoceratidae	10					
	Odontoceridae	10					
	Leptoceridae	8					
	Polycentropodidae	8					
	Hidroptilidae	6					
	Xiphocentronidae	8					
	Hydrobiosidae	8					
	Glossosomatidae	7					
	Hydropsychidae	5					
	Anomalopsychidae	10					
	Philopotamidae	8					
	Limnephilidae	7					

ÉPOCA DE LLUVIA

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018

Hora: 9:05 am

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM1

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Hualgayoc

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:766432, N:9253131

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Rocoso, vegetación autóctona e introducidas.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 7.92	T del agua: 115 °C
Conductividad eléctrica del agua: 503 us/cm	T del aire:
OD: 5.96 mg/L	Caudal: 8.5m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Óxido

Color: Amarillento

Materia flotante: Si

Otras observaciones:

Fauna y flora: Eucalipto, chilca, ciprés, tululas, grama, cadillo, vacas, ovejas, caballo, picaflor.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 85

Índice HIF: 51

Índice OBR: 40

Índice Biótico Andino (ABI): 5

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018
Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Hora: 10:00 am
Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM2
Tipo de muestra:
Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano Subcuenca: Río: Tingo Maygasbamba
Estación: 2
Coordenadas GPS: E:767237, N:9258755
Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Rocoso, flora en abundancia, caudaloso.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.39	T del agua: 113 °C
Conductividad eléctrica del agua: 638 us/cm	T del aire:
OD: 6.41 mg/L	Caudal: 25.7 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Óxido

Color: Amarillento

Materia flotante: Si

Otras observaciones:

Fauna y flora: Eucalipto, ciprés, shita, aliso, marco, ichu, grama, vacas, ovejas, picaflor, mariposas.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 78

Índice HIF: 59

Índice OBR: 85

Índice Biótico Andino (ABI): 27

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018
 Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Hora: 10:40 am
 Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM3
 Tipo de muestra:
 Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano Subcuenca: Río: Llaucano _ Puente Saúl Mego
 Estación: 1
 Coordenadas GPS: E:774730, N:9261404
 Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible
 Descripción física del lugar: Rocoso, pedregoso, vegetación en abundancia, extenso.
 Registro de los cambios observados en el lugar:
 Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Cantera, agricultura y ganadería

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.46	T del agua: 115 °C
Conductividad eléctrica del agua: 324 us/cm	T del aire:
OD: 6.85 mg/L	Caudal: 40.3 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No
 Nubosidad: Si
 Viento: No

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Eses Color: plumizo
 Materia flotante: Si Otras observaciones: Animales muertos, eses.
 Fauna y flora: Sauce, pana, chilca, carrizo, ciprés, eucalipto, pino, vacas, perros, aves, abejas y gallinazos.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 82
 Índice HIF: 62
 Índice OBR: 55
 Índice Biótico Andino(ABI): 17

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018
 Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Hora: 12:20 pm
 Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM4
 Tipo de muestra:
 Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano Subcuenca: Río: Llaucano_ Cruce Chala
 Estación: 1
 Coordenadas GPS: E:774247, N:9259513
 Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Pendiente aproximada de 300 metros.
 Descripción física del lugar: Un poco rocoso, flora en abundancia, caudaloso.
 Registro de los cambios observados en el lugar:
 Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería, cantera y agricultura

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.46	T del agua: 18.2 °C
Conductividad eléctrica del agua: 255 us/cm	T del aire:
OD: 6.51 mg/L	Caudal: 69.6 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No
 Nubosidad: Si
 Viento: No

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Normal Color: verde opaco
 Materia flotante: No Otras observaciones:
 Fauna y flora: Eucalipto, panca, tuyos, alisos, maíz, grama, vacas, ovejas, aves.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 96
 Índice HIF: 61
 Índice OBR: 100
 Índice Biótico Andino(ABI): 22

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018
 Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Hora: 1:00 Pm
 Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM5
 Tipo de muestra:
 Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano Subcuenca: Río: Cuñacales
 Estación: 1
 Coordenadas GPS: E:774322, N:9257935
 Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Rocoso, vegetación autóctona, poco rocoso, caudal bajo.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Agricultura, ganadería y granja de cuy.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.46	T del agua: 110 °C
Conductividad eléctrica del agua: 151.2 us/cm	T del aire:
OD: 6.58 mg/L	Caudal: 5.05 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: No

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: verde claro

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Aliso, penca, cadillo, sauce, eucalipto, grama, chilca, maíz, vacas, ovejas, picaflor.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 98

Índice HIF: 64

Índice OBR: 110

Índice Biótico Andino(ABI): 44

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018

Hora: 2:40 Pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM6

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Pomagon

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:774408, N:9254930

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible.

Descripción física del lugar: Poca flora, un poco rocoso.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.55	T del agua: 18.4 °C
Conductividad eléctrica del agua: 311 us/cm	T del aire:
OD: 7.08 mg/L	Caudal: 26.1 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: verde claro

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Eucalipto, pino, ciprés, shita, grama, aves, vacas, ovejas.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 90

Índice HIF: 55

Índice OBR: 95

Índice Biótico Andino(ABI): 32

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018

Hora: 4:20 Pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM7

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Llaucano

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:772866, N:9253309

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Extenso, pedregoso, bastante fauna, caudal bajo.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.69	T del agua: 19 °C
Conductividad eléctrica del agua: 306 us/cm	T del aire:
OD: 6.56 mg/L	Caudal: 24.3 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: No

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: Transparente

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Aliso, penca, grama, sauce, trébol, eucalipto, ciprés, ichu, vacas, ovejas, caballos, insectos.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 102

Índice HIF: 50

Índice OBR: 105

Índice Biótico Andino (ABI): 27

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 24/05/2018

Hora: 5:30 Pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM8

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Llaucano_ Quebrada Chugurcillo

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:772385, N:9251898

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Angosto, bastante fauna, caudal bajo.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.22	T del agua: 15.5 °C
Conductividad eléctrica del agua: 380 us/cm	T del aire:
OD: 5.95 mg/L	Caudal: 4.6 m ³ /s

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: transparente

Materia flotante: hojas secas.

Otras observaciones:

Fauna y flora: Grama, shita, vacas, aves, ovejas, picaflor.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 102

Índice HIF: 48

Índice OBR: 95

Índice Biótico Andino(ABI): 43

ÉPOCA DE ESTIAJE

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018

Hora: 9:20 am

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM1

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Hualgayoc

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:766432, N:9253131

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Rocoso, vegetación autóctona e introducidas.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.41	T del agua: 105 °C
Conductividad eléctrica del agua: 680 us/cm	T del aire:
OD: 6.66 mg/L	Caudal: 4.86 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: No

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Óxido

Color: Amarillento

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Eucalipto, chilca, ciprés, tululas, grama, cadillo, vacas, ovejas, caballo, picaflor.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 85

Índice HIF: 51

Índice OBR: 40

Índice Biótico Andino(ABI): 2

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018
 Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Hora: 10:20 am
 Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM2
 Tipo de muestra:
 Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano Subcuenca: Río: Tingo Maygasbamba _ Puente Muya
 Estación: 2
 Coordenadas GPS: E:767237, N:9258755
 Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible
 Descripción física del lugar: Rocoso, flora en abundancia, caudaloso.
 Registro de los cambios observados en el lugar:
 Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 9.14	T del agua: 110 °C
Conductividad eléctrica del agua: 129 us/cm	T del aire:
OD: 6.61 mg/L	Caudal: 19.5 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No
 Nubosidad: Si
 Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Óxido Color: Ligeramente amarillento
 Materia flotante: Si Otras observaciones:
 Fauna y flora: Eucalipto, ciprés, shita, aliso, marco, ichu, grama, vacas, ovejas, picaflor, mariposas.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 78
 Índice HIF: 59
 Índice OBR: 85
 Índice Biótico Andino(ABI): 6

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018
 Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Hora: 11:30 am
 Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM3
 Tipo de muestra:
 Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano Subcuenca: Río: Llaucano _ Puente Saúl Mego
 Estación: 1
 Coordenadas GPS: E:774730, N:9261404
 Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible
 Descripción física del lugar: Rocoso, pedregoso, extenso, vegetación en abundancia.
 Registro de los cambios observados en el lugar:
 Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Cantera, agricultura y ganadería

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 9.07	T del agua: 120 °C
Conductividad eléctrica del agua: 391 us/cm	T del aire:
OD: 6.24 mg/L	Caudal: 35.8 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No
 Nubosidad: Si
 Viento: No

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Eses Color: plumizo
 Materia flotante: Si Otras observaciones: Animales muertos, eses.
 Fauna y flora: Sauce, pana, chilca, carrizo, ciprés, eucalipto, pino, vacas, perros, aves, abejas y gallinazos.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 82
 Índice HIF: 62
 Índice OBR: 55
 Índice Biótico Andino(ABI): 3

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018

Hora: 1:10 pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM4

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Llaucano_ Cruce Chala

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:774247, N:9259513

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Pendiente aproximada de 300 metros.

Descripción física del lugar: Un poco rocoso, flora en abundancia, extenso.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería, agricultura y cantera.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 9.30	T del agua: 18.2 °C
Conductividad eléctrica del agua: 342 us/cm	T del aire:
OD: 6.85 mg/L	Caudal: 60.1 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Normal

Color: verde opaco

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Eucalipto, panca, tuyos, alisos, maíz, grama, vacas, ovejas, aves.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 96

Índice HIF: 61

Índice OBR: 100

Índice Biótico Andino(ABI): 30

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018

Hora: 3.10 Pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM6

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Pomagon

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:774408, N:9254930

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible.

Descripción física del lugar: Poca flora, un poco rocoso.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.58	T del agua: 14 °C
Conductividad eléctrica del agua: 483 us/cm	T del aire:
OD: 6.76 mg/L	Caudal: 17.4 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: verde claro

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Eucalipto, pino, ciprés, shita, grama, aves, vacas, ovejas.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 90

Índice HIF: 55

Índice OBR: 95

Índice Biótico Andino(ABI): 60

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018

Hora: 4:00 Pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM7

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Llaucano

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:772866, N:9253309

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Extenso, pedregoso, bastante fauna, caudal bajo.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 8.87	T del agua: 14 °C
Conductividad eléctrica del agua: 520 us/cm	T del aire:
OD: 7.42 mg/L	Caudal: 21.6 m ³ /s

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: Transparente

Materia flotante: No

Otras observaciones:

Fauna y flora: Aliso, penca, grama, sauce, trébol, eucalipto, ciprés, ichu, vacas, ovejas, caballos, insectos.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 102

Índice HIF: 50

Índice OBR: 105

Índice Biótico Andino (ABI): 23

Anexo 3: Hojas de campo para la evaluación del Río Llaucano - Perú

Fecha: 7/07/2018

Hora: 5:10 Pm

Responsable de muestreo: Dennis y Tatiana

Firma:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Número de la muestra: PM8

Tipo de muestra:

Cantidad de muestra:

LOCALIZACIÓN

Cuenca: Del Llaucano

Subcuenca:

Río: Llaucano_ Quebrada Chugurcillo

Estación: 1

Coordenadas GPS: E:772385, N:9251898

Código fotografía:



Descripciones de acceso al lugar: Accesible

Descripción física del lugar: Angosto, bastante fauna, pequeños charcos.

Registro de los cambios observados en el lugar:

Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: Ganadería y agricultura.

PARÁMETROS DE CAMPO

pH del agua: 9.14	T del agua: 15 °C
Conductividad eléctrica del agua: 483 us/cm	T del aire:
OD: 8.03 mg/L	Caudal: 0.00 m ³ /s

CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Precipitaciones: No

Nubosidad: Si

Viento: Si

PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Olor: Natural

Color: transparente

Materia flotante: hojas secas.

Otras observaciones:

Fauna y flora: Grama, shita, vacas, aves, ovejas, picaflor.

VALORES DE LOS ÍNDICES

Índice CERA: 102

Índice HIF: 48

Índice OBR: 95

Índice Biótico Andino (ABI): 27

ANEXO 4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

REGRESION LINEAL EN SPSS

1. DBO, NO3 y C.T.

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'col
 /METHOD=ENTER DBO NO3 C.T.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,759 ^a	,576	,259	14,75211

- a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Nitratos, Demanda Biológica del Agua.

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'bol
 /METHOD=ENTER DBO NO3 C.T.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,756 ^a	,571	,249	13,30008

- a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Nitratos, Demanda Biologica del Agua

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT ABI
 /METHOD=ENTER DBO NO3 C.T.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,749 ^a	,561	,231	14,84580

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Nitratos, Demanda Biologica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DBO NO3 C.T.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,755 ^a	,571	,249	1,53217

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Nitratos, Demanda Biologica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER DBO NO3 C.T.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,743 ^a	,552	,216	1,37503

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Nitratos, Demanda Biologica del Agua

2. C.T, COND y OD.

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER C.T COND OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,922 ^a	,850	,738	8,76420

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Conductividad, Coliformes Termotolerantes

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'bol
/METHOD=ENTER C.T COND OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,905 ^a	,819	,683	8,64095

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Conductividad, Coliformes Termotolerantes

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER C.T COND OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,923 ^a	,852	,742	8,60359

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Conductividad, Coliformes Termotolerantes

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER C.T COND OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,907 ^a	,823	,690	,98488

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Conductividad, Coliformes Termotolerantes

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER C.T COND OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,915 ^a	,837	,715	,82913

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Conductividad, Coliformes Termotolerantes

3. DBO, DQO y OD.

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER DBO DQO OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,879 ^a	,773	,682	9,66688

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'bol
/METHOD=ENTER DBO DQO OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,850 ^a	,723	,613	9,55279

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DBO DQO OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,900 ^a	,810	,734	8,73414

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DBO DQO OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,867 ^a	,752	,653	1,04170

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER DBO DQO OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,891 ^a	,793	,711	,83519

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Demanda Química del Agua

4. PO4, NO3 y OD

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP`col
  /METHOD=ENTER PO4 NO3 OD.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,879 ^a	,773	,603	10,78949

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Nitratos, Fosfatos

```

COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP`bol
  /METHOD=ENTER PO4 NO3 OD.
  
```

```

- REGRESSION
  /MISSING
  LISTWISE
  /STATISTICS
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,852 ^a	,725	,519	10,64590

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Nitratos, Fosfatos


```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER PO4 NO3 OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,901 ^a	,812	,670	9,72014

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Nitratos, Fosfatos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER PO4 NO3 OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,869 ^a	,755	,572	1,15641

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Nitratos, Fosfatos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER PO4 NO3 OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,913 ^a	,833	,707	,83991

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Nitratos, Fosfatos

5. PH, COND y C.T.

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER pH COND C.T.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,833 ^a	,695	,466	12,52584

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'bol
  /METHOD=ENTER pH COND C.T.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
.1	,852 ^a	,726	,520	10,63090

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT ABI
  /METHOD=ENTER pH COND C.T.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,795 ^a	,633	,357	13,57359

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT EPT
  /METHOD=ENTER pH COND C.T.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,839 ^a	,705	,483	1,27097

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER pH COND C.T.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,820 ^a	,673	,428	1,17418

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

6. COND, NO3 y PO4

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'col
  /METHOD=ENTER COND NO3 PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,878 ^a	,771	,599	10,84639

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Nitratos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'bol
  /METHOD=ENTER COND NO3 PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,867 ^a	,752	,566	10,11102

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Nitratos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT ABI
  /METHOD=ENTER COND NO3 PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,850 ^a	,722	,513	11,81075

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Nitratos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT EPT
  /METHOD=ENTER COND NO3 PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,856 ^a	,733	,532	1,20924

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Nitratos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER COND NO3 PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,831 ^a	,690	,458	1,14332

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Nitratos, Conductividad

7. DQO, PO4 y OD.

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP´col
  /METHOD=ENTER DQO PO4 OD.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,879 ^a	,773	,682	9,66688

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP´bol
  /METHOD=ENTER DQO PO4 OD.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,850 ^a	,723	,613	9,55279

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT ABI
  /METHOD=ENTER DQO PO4 OD.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,900 ^a	,810	,734	8,73414

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  
```

```
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DQO PO4 OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,867 ^a	,752	,653	1,04170

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER DQO PO4 OD.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,891 ^a	,793	,711	,83519

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

8. DBO, PO4 y OD

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER PO4 OD DBO.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,879 ^a	,773	,682	9,66688

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Oxigeno Disuelto

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'bol
/METHOD=ENTER PO4 OD DBO.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,850 ^a	,723	,613	9,55279

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER PO4 OD DBO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,900 ^a	,810	,734	8,73414

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER PO4 OD DBO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,867 ^a	,752	,653	1,04170

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER PO4 OD DBO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,891 ^a	,793	,711	,83519

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Oxigeno Disuelto

9. PO4, OD y COND.

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'c01
/METHOD=ENTER PO4 OD COND.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,921 ^a	,849	,736	8,80808

a. Predictores: (Constante), Conductividad, Fosfatos, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'b01
/METHOD=ENTER PO4 OD COND.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,905 ^a	,818	,682	8,65778

a. Predictores: (Constante), Conductividad, Fosfatos, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER PO4 OD COND.
    
```


Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,923 ^a	,851	,740	8,63887

a. Predictores: (Constante), Conductividad, Fosfatos, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT EPT
  /METHOD=ENTER PO4 OD COND.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,907 ^a	,822	,689	,98642

a. Predictores: (Constante), Conductividad, Fosfatos, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER PO4 OD COND.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,915 ^a	,837	,715	,82919

a. Predictores: (Constante), Conductividad, Fosfatos, Oxigeno Disuelto

10. PO4,COND y PH

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN (.05) POUT (.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'col
  /METHOD=ENTER PO4 COND ph.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,836 ^a	,699	,473	12,44370

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Fosfatos, Conductividad

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP´bo1
/METHOD=ENTER PO4 COND pH.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,854 ^a	,729	,525	10,57581

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Fosfatos, Conductividad

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER PO4 COND pH.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,798 ^a	,637	,364	13,50092

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Fosfatos, Conductividad

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER PO4 COND pH.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,841 ^a	,708	,489	1,26403

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Fosfatos, Conductividad

- REGRESSION
- /MISSING LISTWISE
- /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
- /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
- /NOORIGIN
- /DEPENDENT CERA
- /METHOD=ENTER PO4 COND pH.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,823 ^a	,677	,434	1,16783

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Fosfatos, Conductividad

11. DBO, COND y PH.

- REGRESSION
- /MISSING LISTWISE
- /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
- /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
- /NOORIGIN
- /DEPENDENT BMWP'c01
- /METHOD=ENTER COND pH DBO.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,835 ^a	,698	,472	12,45473

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

- REGRESSION
- /MISSING LISTWISE
- /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
- /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
- /NOORIGIN
- /DEPENDENT BMWP'b01
- /METHOD=ENTER COND pH DBO.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,853 ^a	,728	,524	10,58567

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER COND pH DBO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,797 ^a	,636	,363	13,51264

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER COND pH DBO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,841 ^a	,707	,488	1,26537

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER COND pH DBO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
--------	---	------------	---------------------	---------------------------------

1	,822 ^a	,676	,433	1,16953
---	-------------------	------	------	---------

12. DBO, CAUDAL y PH
 a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Conductividad, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'col
  /METHOD=ENTER pH DBO CAU.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,730 ^a	,533	,183	15,48790

a. Predictores: (Constante), Caudal, Demanda Biologica del Agua, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'bol
  /METHOD=ENTER pH DBO CAU.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,711 ^a	,505	,134	14,28133

a. Predictores: (Constante), Caudal, Demanda Biologica del Agua, Potencial de Hidrogeno

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT ABI
  /METHOD=ENTER pH DBO CAU.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,737 ^a	,543	,201	15,13460

a. Predictores: (Constante), Caudal, Demanda Biologica del Agua, Potencial de Hidrogeno.

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT EPT
 /METHOD=ENTER pH DBO CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,729 ^a	,531	,180	1,60082

a. Predictores: (Constante), Caudal, Demanda Biologica del Agua, Potencial de Hidrogeno

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT CERA
 /METHOD=ENTER pH DBO CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,801 ^a	,641	,372	1,23017

a. Predictores: (Constante), Caudal, Demanda Biologica del Agua, Potencial de Hidrogeno

13. DQO, CAUDAL y PH

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'col
 /METHOD=ENTER pH CAU DQO.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,730 ^a	,533	,183	15,48790

a. Predictores: (Constante), Demanda Quimica del Agua, Potencial de Hidrogeno, Caudal

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE

```

/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP`bol
/METHOD=ENTER pH CAU DQO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,711 ^a	,505	,134	14,28133

a. Predictores: (Constante), Demanda Quimica del Agua, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER pH CAU DQO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,737 ^a	,543	,201	15,13460

a. Predictores: (Constante), Demanda Quimica del Agua, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER pH CAU DQO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,729 ^a	,531	,180	1,60082

a. Predictores: (Constante), Demanda Quimica del Agua, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER pH CAU DQO.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,801 ^a	,641	,372	1,23017

a. Predictores: (Constante), Demanda Quimica del Agua, Potencial de Hidrogeno, Caudal

14. PH, COND y C.T

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'col
 /METHOD=ENTER C.T pH CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,731 ^a	,534	,185	15,47196

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Potencial de Hidrogeno

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'bol
 /METHOD=ENTER C.T pH CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,712 ^a	,507	,138	14,25199

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Potencial de Hidrogeno

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT ABI
 /METHOD=ENTER C.T pH CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,738 ^a	,545	,203	15,11008

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Potencial de Hidrogeno

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT EPT
 /METHOD=ENTER C.T pH CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,731 ^a	,534	,184	1,59685

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Potencial de Hidrogeno

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT CERA
 /METHOD=ENTER C.T pH CAU.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,803 ^a	,644	,377	1,22529

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Potencial de Hidrogeno

15. PH, COND y O.D.

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'col
 /METHOD=ENTER pH CAU OD.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
--------	---	------------	------------------------	------------------------------------

1	,832 ^a	,692	,460	12,58672
---	-------------------	------	------	----------

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP´bol
/METHOD=ENTER pH CAU OD.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,806 ^a	,649	,386	12,03059

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER pH CAU OD.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,839 ^a	,703	,481	12,19788

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER pH CAU OD.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,826 ^a	,683	,444	1,31760

a. Predictores: (Constante), Oxigeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Caudal

```

- REGRESSION
    
```

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER pH CAU OD.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,880 ^a	,774	,604	,97747

a. Predictores: (Constante), Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Caudal

16. DQO, OD y C.T.

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER DQO OD C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,891 ^a	,794	,640	10,27593

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Oxígeno Disuelto, Demanda Química del Agua

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'bol
/METHOD=ENTER DQO OD C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,873 ^a	,763	,585	9,89107

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Oxígeno Disuelto, Demanda Química del Agua

```

- REGRESSION
    
```

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DQO OD C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,907 ^a	,823	,690	9,42740

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DQO OD C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,884 ^a	,782	,618	1,09227

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER DQO OD C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,905 ^a	,820	,685	,87209

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Oxigeno Disuelto, Demanda Quimica del Agua

17. DQO, C.T y N03.

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
    
```

```

/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP´col
/METHOD=ENTER DQO C.T NO3.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,759 ^a	,576	,259	14,75211

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Demanda Quimica del Agua, Coliformes Termotolerantes

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP´bol
/METHOD=ENTER DQO C.T NO3.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,756 ^a	,571	,249	13,30008

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Demanda Quimica del Agua, Coliformes Termotolerantes

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DQO C.T NO3.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,749 ^a	,561	,231	14,84580

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Demanda Quimica del Agua, Coliformes Termotolerantes

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DQO C.T NO3.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,755 ^a	,571	,249	1,53217

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Demanda Quimica del Agua, Coliformes Termotolerantes

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER DQO C.T NO3.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,743 ^a	,552	,216	1,37503

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Demanda Quimica del Agua, Coliformes Termotolerantes

18. DQO, COND y PO4

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'col
  /METHOD=ENTER DQO COND PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,799 ^a	,638	,494	12,19095

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'bol
  /METHOD=ENTER DQO COND PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,799 ^a	,639	,494	10,91565

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT ABI
  /METHOD=ENTER DQO COND PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,763 ^a	,582	,415	12,95308

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT EPT
  /METHOD=ENTER DQO COND PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,793 ^a	,628	,480	1,27506

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Conductividad

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER DQO COND PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,808 ^a	,653	,515	1,08179

a. Predictores: (Constante), Fosfatos, Conductividad

19. DQO, COND, C.T.

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'c01
/METHOD=ENTER DQO COND C.T.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,830 ^a	,689	,456	12,64116

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'b01
/METHOD=ENTER DQO COND C.T.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,818 ^a	,669	,422	11,67402

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DQO COND C.T.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,792 ^a	,627	,347	13,67657

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
```



```

/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DQO COND C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,811 ^a	,657	,400	1,36904

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER DQO COND C.T.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,817 ^a	,667	,418	1,18443

a. Predictores: (Constante), Coliformes Termotolerantes, Conductividad, Demanda Quimica del Agua

20. NO3, CAUDAL, OD.

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER NO3 OD CAU.
    
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,796 ^a	,634	,359	13,71487

a. Predictores: (Constante), Caudal, Nitratos, Oxigeno Disuelto

```

- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
    
```

```
/DEPENDENT BMWF´bol
/METHOD=ENTER NO3 OD CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,762 ^a	,581	,267	13,14032

a. Predictores: (Constante), Caudal, Nitratos, Oxigeno Disuelto

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER NO3 OD CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,806 ^a	,649	,386	13,26016

a. Predictores: (Constante), Caudal, Nitratos, Oxigeno Disuelto

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER NO3 OD CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,790 ^a	,624	,342	1,43405

a. Predictores: (Constante), Caudal, Nitratos, Oxigeno Disuelto

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER NO3 OD CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,839 ^a	,705	,483	1,11626

a. Predictores: (Constante), Caudal, Nitratos, Oxigeno Disuelto

21. DQO, C.T y DBO.

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'col
 /METHOD=ENTER DQO C.T DBO.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,542 ^a	,294	,011	17,03613

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Coliformes Termotolerantes

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'bol
 /METHOD=ENTER DQO C.T DBO.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,556 ^a	,309	,033	15,09204

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Coliformes Termotolerantes

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT ABI
 /METHOD=ENTER DQO C.T DBO.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,529 ^a	,280	-,008	16,99974

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Coliformes Termotolerantes

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT EPT
  /METHOD=ENTER DQO C.T DBO.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,578 ^a	,334	,067	1,70741

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Coliformes Termotolerantes

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER DQO C.T DBO.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,660 ^a	,436	,211	1,37951

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Coliformes

22. PO4, Termotolerantes

CAU y NO3

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP'col
  /METHOD=ENTER PO4 CAU NO3.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,629 ^a	,395	-,058	17,62503

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Caudal, Fosfatos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP`bol
/METHOD=ENTER PO4 CAU NO3.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,595 ^a	,354	-,131	16,32021

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Caudal, Fosfatos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER PO4 CAU NO3.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,644 ^a	,415	-,023	17,12423

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Caudal, Fosfatos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER PO4 CAU NO3.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,621 ^a	,385	-,076	1,83364

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Caudal, Fosfatos

```
- REGRESSION
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
```

```
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER PO4 CAU NO3.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,637 ^a	,406	-,039	1,58253

a. Predictores: (Constante), Nitratos, Caudal, Fosfatos

23. DBO, DQO y pH.

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'col
/METHOD=ENTER DBO DQO pH.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,682 ^a	,466	,252	14,81878

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP'bol
/METHOD=ENTER DBO DQO pH.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,663 ^a	,439	,215	13,60065

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Demanda Quimica del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DBO DQO pH.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,655 ^a	,429	,201	15,13342

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Demanda Quimica del Agua

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT EPT
 /METHOD=ENTER DBO DQO pH.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,672 ^a	,452	,232	1,54894

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Demanda Quimica del Agua

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT CERA
 /METHOD=ENTER DBO DQO pH.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,740 ^a	,548	,367	1,23499

a. Predictores: (Constante), Potencial de Hidrogeno, Demanda Quimica del Agua

24. DBO, DQO y PO4.

- REGRESSION
 /MISSING LISTWISE
 /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
 /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
 /NOORIGIN
 /DEPENDENT BMWP'col
 /METHOD=ENTER DBO DQO PO4.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,395 ^a	,156	,015	17,00541

a. Predictores: (Constante), Fosfatos

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP`bol
  /METHOD=ENTER DBO DQO PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,371 ^a	,138	-,006	15,39490

a. Predictores: (Constante), Fosfatos

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT ABI
  /METHOD=ENTER DBO DQO PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,401 ^a	,161	,021	16,75132

a. Predictores: (Constante), Fosfatos

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT EPT
  /METHOD=ENTER DBO DQO PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,430 ^a	,185	,049	1,72425

a. Predictores: (Constante), Fosfatos


```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER DBO DQO PO4.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,554 ^a	,307	,192	1,39600

a. Predictores: (Constante), Fosfatos

25. DQO, NO3 y DBO.

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP´col
  /METHOD=ENTER DQO NO3 DBO.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,627 ^a	,393	,151	15,79117

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Nitratos

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT BMWP´bol
  /METHOD=ENTER DQO NO3 DBO.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,593 ^a	,352	,093	14,62006

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Nitratos

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  
```

```
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DQO NO3 DBO.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,632 ^a	,399	,159	15,52195

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Nitratos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DQO NO3 DBO.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,616 ^a	,379	,131	1,64789

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Nitratos

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT CERA
/METHOD=ENTER DQO NO3 DBO.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,629 ^a	,395	,154	1,42852

a. Predictores: (Constante), Demanda Biologica del Agua, Nitratos

26. DQO, C.T y CAU.

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
```

```
/DEPENDENT BMWP´col
/METHOD=ENTER DQO C.T CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,606 ^a	,367	-,108	18,03234

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Demanda Química del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT BMWP´bol
/METHOD=ENTER DQO C.T CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,631 ^a	,399	-,052	15,74489

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Demanda Química del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT ABI
/METHOD=ENTER DQO C.T CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,638 ^a	,407	-,038	17,24376

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Demanda Química del Agua

```
- REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT EPT
/METHOD=ENTER DQO C.T CAU.
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
--------	---	------------	---------------------	---------------------------------

1	,662 ^a	,438	,017	1,75289
---	-------------------	------	------	---------

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Demanda Quimica del Agua

```

- REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT CERA
  /METHOD=ENTER DQO C.T CAU.
  
```

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,744 ^a	,554	,219	1,37207

a. Predictores: (Constante), Caudal, Coliformes Termotolerantes, Demanda Quimica del Agua

ANEXO 5. INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO

.....

Analí Tatiana Gil Vásquez

TESISTA

.....

Dennis Cecilia Tingal Chilón

TESISTA

.....

Biol. Mg. Marco Sánchez Peña

ASESOR