

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

“Caracterización fisicoquímica y de macro invertebrados bentónicos de los ríos Perlamayo y Tacamache, Distrito de Chugur Cajamarca.”

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

JUAN FRANCISCO LINARES ZELADA

Asesor:

Ing. MSc. MANUEL ROBERTO RONCAL RABANAL

CAJAMARCA, PERÚ

2018

COPYRIGHT © 2018 by
JUAN FRANCISCO LINARES ZELADA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS APROBADA

“Caracterización fisicoquímica y de macro invertebrados bentónicos de los ríos Perlamayo y Tacamache, Distrito de Chugur Cajamarca.”

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

JUAN FRANCISCO LINARES ZELADA

Comité Científico

Ing. M.Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal
Asesor

Dr. Valentín Paredes Oliva
Miembro de Comité Científico

Dra. Consuelo Plasencia Alvarado
Miembro de Comité Científico

M.Cs. David Lara Ascorbe
Miembro de Comité Científico

Cajamarca - Perú

2018



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *10:00* de la mañana del día 25 de mayo de Dos Mil Dieciocho, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. VALENTIN PAREDES OLIVA**, como Miembro del Jurado Evaluador, **M.Sc. MANUEL RONCAL RABANAL** en calidad de Asesor, **Dra. CONSUELO PLASENCIA ALVARADO**, **M.Cs. DAVID LARA ASCORBE**, como integrantes del Jurado Evaluador. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS Y DE MACRO INVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LOS RÍOS PERLAMAYO Y TACAMACHE, DISTRITO DE CHUGUR CAJAMARCA**”, presentada por el **Bach. en Ingeniería Forestal JUAN FRANCISCO LINARES ZELADA**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Comité Científico, y luego de la deliberación, se acordó *APROBAR* con la calificación de *(19) EXCELENTE* la mencionada Tesis; en tal virtud, **Bach. en Ingeniería Forestal JUAN FRANCISCO LINARES ZELADA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las *11:00* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Valentin Paredes Oliva
Miembro de Jurado Evaluador


.....
M.Sc. Manuel Roncal Rabanal
Asesor


.....
Dra. Consuelo Plasencia Alvarado
Miembro de Jurado Evaluador


.....
M.Cs. David Lara Ascorbe
Miembro de Jurado Evaluador

A:

A Dios, a mi Sra. Madre Esther Zelada de Linares, por su apoyo incondicional, a mi esposa Liliana Merino Izquierdo por su empeño y fortaleza y a mis hijos Brandon Maic, Juan Diego, Cinthya Lorena y Erick Joseph, Linares Merino mis motivos de superación

El valor de una educación universitaria no es el aprendizaje de muchos datos, sino el entrenamiento de la mente para pensar.

Albert Einstein.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO II.	3
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes Teóricos de la investigación.....	3
2.2 Base teórica.....	11
2.3 Definición de términos básicos.....	23
CAPÍTULO III.....	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 Área de estudio.	29
3.2 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
3.3 Parámetros fisicoquímicos.....	43
3.4 Sedimentos.	46
3.5 Índices bióticos.	46
3.6 Procesamiento de datos y análisis estadístico.....	48
CAPÍTULO IV.....	49
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1 Resultados de los parámetros fisicoquímicos.....	49

4.2	Resultados de parámetros Inorgánicos en época seca (tabla 7).....	54
4.3	Resultados en sedimentos.....	57
4.4	Resultados de los índices bióticos.....	63
4.5	Resultados del análisis estadístico.	88
CAPITULO V.....		97
5.	CONCLUSIONES.	97
5.1	Caracterización con macroinvertebrados,	97
5.2	Caracterización fisicoquímica.	98
5.3	Análisis de sedimentos.....	99
CAPITULO VI.....		100
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	100
CAPÍTULO VII		108
ANEXOS.....		109
7.1	Hoja de campo para el muestreo de calidad de agua.....	110
7.2	Formato de condiciones de referencia en ríos andinos protocolo CERA...	111
7.3	Formato de evaluación del hábitat fluvial para los ríos andinos, índice IHF.	112
7.4	Formato de evaluación de la calidad del bosque de ribera- índice QBR....	113
7.5	Formato para la evaluación de la calidad del agua de los ríos andinos, índice ABI.	114
7.6	Anexo. Informes de ensayos del laboratorio regional del agua.	115

7.7	Manual del multiparámetro HI 9828, utilizado para el muestreo fisicoquímico.....	116
7.8.	Mapas biológicos para cada índice ecológico en las dos épocas de muestreo.....	122
7.9	Tabla estándar de calidad ambiental canadiense (ECA) TEL.	156
7.10	Panel Fotográfico.	157

LISTA DE FIGURAS, TABLAS O ILUSTRACIONES.

Lista de tablas

Tabla 1. Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales -D.SN°004- 2017MINAM.....	13
Tabla 2 : Valores ecológica ABI.	20
Tabla 3. Puntuación BMWP/Bol.	21
Tabla 4. Puntuación BMWP/Col.	22
Tabla 5. Georreferenciación de las estaciones de monitoreo en el área de estudio.	30
Tabla 6. Resultados de los análisis en laboratorio (febrero, 2017).....	55
Tabla 7. Resultados de los análisis en laboratorio (julio,2017).....	56
Tabla 8. Ubicación de la estación adicional para sedientos (febrero,2017).	61
Tabla 9. Valor ECA canadiense (TEL) sedimentos (febrero,2017).....	62
Tabla 10. Valores cuantitativos promedio para los índices bióticos.....	90
Tabla 11. Resultados de laboratorio en metales pesados. (época de lluvia)	91
Tabla 12. Resultados de laboratorio en metales pesados (época de seca).....	92
Tabla 13. Concentración de metales pesados en mg/kg, en sedimentos.	92
Tabla 14. Modelo de regresión simple (Durbin Watson) (febrero,2017).....	93
Tabla 15. ANOVA (análisis de varianza) febrero 2017.....	94
Tabla 16. Modelo de regresión simple (Durbin Watson)(julio,2017).....	94
Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA), julio,2017.....	95
Tabla 18. Modelo de regresión simple en sedimentos (Durbin y Watson).	96
Tabla 19. Análisis de varianza para sedimentos (ANOVA).....	96

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Chugur en la provincia de Hualgayoc..	31
Figura 2. Ubicación puntos de muestreo en los ríos Perlamayo y Tacamache - Chugur.....	32
Figura 3. Cuenca hidrográfica Chancay Lambayeque, ubicación del distrito de Chugur.....	35
Figura 4. Sub cuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache en el distrito de Chugur..	36
Figura 5. Mapa geológico del área de estudio - Chugur.(Fuente: ZEE-OT. GORE). ...	40
Figura 6. Mapa de capacidad de uso actual del área de estudio (Fuente:ZEE.OT.GORE).....	42
Figura 7. Temperatura promedio (febrero-julio,2017).	49
Figura 8. Valores de pH (febrero-julio,2017).....	50
Figura 9. Valores de conductividad (febrero-julio,2017).....	51
Figura 10. Oxígeno disuelto (febrero-julio,2017).....	52
Figura 11. Arsénico(As) -ECA canadiense (TEL).	57
Figura 12. Cadmio(Cd)-ECA canadiense (TEL).....	58
Figura 13. Cobre (Cu)-ECA canadiense (TEL).....	59
Figura 14. Plomo (Pb)-ECA canadiense (TEL).....	60
Figura 15. Zinc(Zn)-ECA canadiense (TEL).	61
Figura 16. Punto de muestreo adicional P8 quebrada Las Gradass.	61
Figura 17. Índice ecológico EPT (febrero-julio,2017).....	65
Figura 18. Índice ecológico BMWP/Col (febrero-julio,2017).....	68
Figura 19. Índice ecológico BMWP/BoI (febrero-julio,2017).	71
Figura 20. Índice ecológico ABI (febrero-julio,2017).....	73

Figura 21. Índice ecológico ABI y QBR And (febrero,2017).....	76
Figura 22. Índice ecológico ABI y QBR And (julio,2017).....	76
Figura 23. Habita fluvial para ríos alto andinos, índice IHF (febrero-julio,2017).	78
Figura 24. Índice QBR And (febrero-julio,2017).....	80
Figura 25. Familia Gripopterygidae fase Adulta.	82
Figura 26. Familia Baetidae fase Ninfa.....	82
Figura 27. Familia Chrironomiade en fase de Larva.	83
Figura 28. Familia Ceratopogonidae, en su fase de Larva.	83
Figura 29. Familia Dixicidae, en su fase de Larva	84
Figura 30. Familias Planorbidae (a) y Helicopsychidae (b).en su fase Adulta ambos. .	84
Figura 31. Familia Tipulidae, en su fase de Larva.	85
Figura 32. Familia Tipulidae, en su fase de Pupa.....	85
Figura 33. Familia Elmidae, es fase de Larva.	86
Figura 34. Familia Leptoceridae, en fase Adulta.....	86
Figura 35. Familia Scirtidae (Helodidae),en fase Adulta.....	87
Figura 36. Familia Leptophlebiidae, enfase Adulta.....	87
Figura 37. Familia Hyalellidae, en fase Adulta.	88
Figura 38. Mapa índice biótico ABI - febrero,2017.	146
Figura 39. Mapa índice biótico ABI-julio,2017.	147
Figura 40. Mapa índice biótico BMWP/Bol - febrero,2017.	148
Figura 41. Mapa índice biótico BMWP/Bol - Julio 2017.	149
Figura 42. Mapa índice biótico BMWP/Col- febrero,2017.	150
Figura 43. Mapa índice biótico BMWP/Col- julio,2017.....	151
Figura 44. Mapa índice biótico CERA-febrero,2017.....	152
Figura 45. Mapa índice biótico CERA, julio,2017.....	153

Figura 46. Mapa índice biótico EPT, febrero,2017.	154
Figura 47. Mapa índice biótico EPT . julio 2017.	155
Figura 48. ECA canadiense TEL.	156
Figura 49. P1. quebrada Sinchao. Aguas abajo.	157
Figura 50. P1. quebrada Sinchao, punto de monitoreo.	157
Figura 51. P2. quebrada Colorada.	158
Figura 52. P3. quebrada Quencho.....	158
Figura 53. P4. río San Juan Pampa.	159
Figura 54. P5. río Tacamache.	160
Figura 55. P6. quebrada Seca.	161
Figura 56 P7. quebrada Ramirez-Tantahuayay.	162
Figura 57. Lavado de muestras en laboratorio de ecología UNC.....	163
Figura 58. Preparación de muestras.	163
Figura 59. Evaluación y conteo de macroinvertebrados.....	164
Figura 60. Separación macroinvertebrados	164

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Nilton Deza Arroyo y al proyecto VLIR-UOS, convenio entre la Universidad Nacional de Cajamarca y el conjunto de Universidades Belgas. Como parte del proyecto “Impactos de la Minería a tajo abierto en el agua superficial y la biodiversidad acuática”.

Al Biólogo, Marco Sánchez Peña, por su apoyo y sus acertados consejos para poder culminar satisfactoriamente el presente trabajo de investigación.

A la asociación ecológica Laguna Aurora, del distrito de Chugur, por las facilidades y el apoyo que me brindo para poder desarrollar el presente trabajo de investigación.

A mis amigos de la maestría en Gestión Ambiental por todas las alegrías y buenos momentos vividos.

A todas y cada una de las personas e instituciones que de alguna forma intervinieron e hicieron posible la realización del presente trabajo.

LISTA DE ABREVIACIONES

- ANA : (Autoridad Nacional del Agua).
- ABI : (Índice Biótico Andino).
- BMWP : Col. (índice Biological Monitoring Working Party) colombiano.
- BMWP : Bol. (índice Biological Monitoring Working Party) boliviano.
- CERA : (Calidad Ecológica de los Ríos Alto andinos).
- EPT : (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).
- ECA : (Estándar de Calidad Ambiental).
- MBI : (Macro invertebrados bentónicos).
- MINAM : (Ministerio del ambiente).
- TEL : (Threshold Effect Level).

RESUMEN

La calidad del agua se altera producto de las diversas actividades antrópicas y naturales, por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en los ríos Perlamayo y Tacamache, en el distrito de Chugur , Hualgayoc, Cajamarca, durante febrero y julio 2017, en 7 puntos de muestreo, teniendo como resultado la identificación de 6 órdenes y 16 familia de MIB, de las que destacan Leptophlebiidae, Gripopterygidae, Leptoceridae, Hydrobiosidae, Hyalellidae, Chironomidae, en cuanto a la aplicación de los índices bióticos, el índice ETP obtuvo una calidad pobre, con respecto al índice BMWP/Bol y BMWP/Col , tienen una calidad crítica, con el índice ABI y CERA con una calidad moderada, respectivamente; por otro lado se realizó una caracterización fisicoquímica con los siguientes parámetros: temperatura, pH conductividad eléctrica, y oxígeno disuelto, estando la mayoría de estos dentro de límites de la normatividad peruana a excepción del pH, en los puntos P1 y P2 con una condición de acidez y en P5 y P6 con una condición alcalina , y Oxígeno Disuelto , en P6 en el mes de julio, hallándose por debajo de la subcategoría D2 bebida de animales y riego de vegetales, no cumpliendo con los parámetros de acuerdo al D.S.N°004-2017.MINAM.

PALABRAS CLAVE: Calidad del agua, macroinvertebrados, río Tacamache, río Perlamayo, índices ABI, ETP, BMWP/Col, BMWP/Bol, y CERA.

ABSTRACT

Water quality is altered as a result of the various anthropic and natural activities, therefore, the present study aimed to characterize water quality using benthic macroinvertebrates as biotic indicators in the Perlamayo and Tacamache rivers, in the district of Chugur, Hualgayoc, Cajamarca, during February and July 2017, in 7 sampling points, resulting in the identification of 6 orders and 16 families of MIB, of which Leptophlebiidae, Gripopterygidae, Leptoceridae, Hydrobiosidae, Hyalellidae, Chironomidae, stand out in terms of the application of the biotic indexes, the ETP index obtained a poor quality, with respect to the BMWP / Bol index and BMWP / Col, they have a critical quality, with the ABI and CERA index with a moderate quality, respectively; On the other hand, a physicochemical characterization was carried out with the following parameters: temperature, pH, electrical conductivity, and dissolved oxygen, most of these being within the limits of Peruvian regulations except pH, at points P1 and P2 with a condition of acidity and in P5 and P6 with an alkaline condition, and Dissolved Oxygen, in P6 in the month of July, being below the subcategory D2 animal drink and vegetable irrigation, not complying with the parameters according to DSN ° 004-2017.MINAM.

KEY WORDS: Water quality, macroinvertebrates, Tacamache River, Perlamayo River, ABI, ETP, BMWP / Col, BMWP / Bol, and CERA indices.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de conflictos ambientales en el Perú está relacionada a las actividades mineras. Los impactos generados por esta actividad en las comunidades afectan a los componentes del ecosistema. En la actualidad, la provincia de Hualgayoc posee más de 1253 pasivos ambientales de la antigua actividad extractiva minera ubicados en las partes altas de sus ríos (Herrera, 2013), lo que viene perjudicando la calidad de sus recursos hídricos. Actualmente la empresa minera Tantahuatay viene explotando parte de la cabecera de cuenca del distrito de Chugur y sus los próximos años podría tener repercusiones negativas debido a que su área de concesión ocupa el territorio de la cuenca de los ríos Perlamayo y Tacamache pertenecientes al distrito de Chugur y determinar, ¿Cuál es la calidad del agua en los Ríos Perlamayo y Tacamache en el cumplimiento de los ECAs para Categoría 3, y la evaluación con macro invertebrados bentónicos?. Por esta razón existe la necesidad de establecer una línea de base de la calidad del recurso hídrico en la zona que permita a la comunidad conocer la situación actual y futura del ecosistema hídrico para vigilar a través de sus comités de monitoreo participativos los impactos de las actividades mineras en la zona de estudio.

En la presente investigación se ha contemplado la evaluación de la calidad del agua aplicando la normatividad vigente y el uso de macroinvertebrados bentónicos. Esto permitió estimar una relación entre las condiciones ecológicas del recurso hídrico y las comunidades que en ella habitan.

De acuerdo con la problemática mencionada anteriormente, se realizó el presente trabajo de investigación, siendo el objetivo general, la determinación de la calidad del agua mediante variables fisicoquímico, y la comunidad de macroinvertebrados, mediante

indicies bióticos en los ríos Perlamayo y Tacamache, y como objetivos específicos, la determinación de la composición físico química, mediante el muestreo y análisis en laboratorio de metales pesados y comparar su valoración con los Estándares de Calidad Ambiental (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) en aguas superficiales y en sedimentos con el Estándar de Calidad Ambiental Canadiense (TEL).

En el capítulo I, hace referencia la problemática, los procedimientos usados y guías de lectura, que permitió realizar el trabajo de investigación. En el capítulo II, se hace referencia al marco teórico, analizando los trabajos realizados por otros investigadores a nivel internacional, nacional y regional. En capítulo III, se describe los materiales y métodos usados durante la realización de los trabajos de investigación, y finalmente en el capítulo IV, el análisis de los resultados de las variables fisicoquímicas, consideradas en el estudio como temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, y parámetros inorgánicos, sirvieron para su comparación con los estándares de calidad ambiental (ECA) según el D.S 004-2017 MINAM, y su correlación con macroinvertebrados bentónicos, recolectados, en cada uno de los puntos de muestreo, lo cual permitió evaluar mediante los índices bióticos, la calidad ecológica de los ríos Perlamayo y Tacamache, resultados que fueron contrastados con la hipótesis inicial donde se indicaba que la calidad del agua de los ríos Perlamayo y Tacamache son de buena calidad. El muestreo de sedimentos de fondo, se usó como una herramienta de análisis para determinar el nivel de concentración de metales pesados como (As, Cd, Pb, Fe, Al, Mg, Zn, Cu y Cr), los resultados, fueron comparados, con el estándar de calidad ambiental canadiense con el método (TEL), debido a que no existe aún en el Perú, normatividad ambiental que limiten sus concentraciones en sedimentos.

Al finalizar el trabajo de investigación en el capítulo V, se determinó la calidad ecológica de los ríos Perlamayo y Tacamache.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos de la investigación.

- Según (Reyes y Peralbo, 2001), realizaron un manual de monitoreo de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua para el Ecuador, debido a la contaminación que se ha venido presentando en los canales hídricos en este país; por tal motivo realizaron una descripción de la relación del agua con el ser humano y encontraron la importancia de utilizar los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad del agua.
- De acuerdo a (Paredes, et al. 2004), en la investigación de “Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú”, se realizó la evaluación a través del índice “Biological Monitoring Working Group” (BMWP), cuyo objetivo fue analizar la composición faunística, riqueza de familias y calidad del agua con base en el índice biótico exactamente en dos ríos del noreste de Perú en febrero-marzo 2002; donde la primera evaluación fue en el río Wuanwuas (Bagua, Amazonas), en siete estaciones de muestreo, cuyo resultado con la valoración del índice BMWP fue de 67 puntos, catalogándose como agua de calidad aceptable; por otro lado la segunda evaluación fue en el río Amojú (Jaén, Cajamarca), en ocho estaciones de muestreo, cuyo resultado fue de 38 puntos catalogándose como aguas contaminadas o de calidad dudosa/crítica.
- Sanchez, (2005), llevó a cabo un estudio en el río Pamplonita departamento de Norte de Santander, utilizando el índice BMWP modificado para Colombia y llevando a cabo una adaptación para el área de estudio, se analizaron la influencia

de parámetros fisicoquímicos y biológicos. Obteniendo como resultado la clasificación del agua del río pamplonita; cuenca alta aguas con algunos efectos de contaminación y aguas muy contaminadas, en la cuenca media, aguas fuertemente contaminadas y en la cuenca baja se presentan aguas contaminadas lo que llevó a concluir que a medida que las condiciones de calidad del agua disminuyen la cantidad de familias de macroinvertebrados acuáticos disminuye considerablemente.

- Cabe señalar que (Paredes et al., 2005) realizaron un estudio similar al anterior, donde la investigación fue “Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua del río Rímac-Callao, Perú” teniendo como resultado de 6 zonas de muestreo 29 puntos aplicando el índice BMWP, catalogándose una calidad crítica o de aguas muy contaminadas.
- Por otra parte, en un programa de monitoreo de calidad del agua en cuencas realizado por (Tafur, et al.2013), siendo el título: “El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú. 2008.”, el cual fue ejecutado en 18 puntos de muestreo teniendo como resultado la presencia de 46 familias, 13 ordenes, agrupados en 7 clases, y aplicando el índice BMWP adaptado y modificado para este monitoreo, se concluye que en la parte alta de la microcuenca Perejil tiene una calidad biológica regular, en cambio en la parte baja tiene una calidad mala, por otro lado en la parte alta de la microcuenca Caballo Moro tiene una calidad biológica mala y la parte baja muestran una calidad buena o aceptable, además en la parte alta de la microcuenca Chuyugual tiene un calidad regular y en la parte baja una calidad aceptable o buena, resalta también que estos dos últimos

resultados se dan debido a que en la parte alta existen actividades que alteran la calidad del agua tales como: la minería, agricultura y ganadería.

- Se sabe que la población ubicada en lugares ribereños causa impacto sobre el agua, es así que (Correa et al. 2010), en sus estudios efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile, indican que para que puedan determinar , el efecto espacial de los centros urbanos rivereños sobre la calidad del agua realizaron 6 puntos de muestreo, donde encontraron 15 taxones, los cuales pertenecen al grupo de organismos tolerantes a condiciones de anoxia y a altas concentraciones de materia orgánica, también indican que existe una gran diferencia en la composición y abundancia de taxones en los diferentes puntos de muestreo, puesto que se ubicaron en zona pre-urbana, urbana y post-urbana; por otro lado los parámetros fisicoquímicos tales como pH, sólidos suspendidos totales y oxígeno disuelto explican los patrones observados en los macroinvertebrados, por ultimo concluyen que la comunidad de invertebrados es sensible a perturbaciones de origen antrópico.
- Según (Aguirre, 2011) , en su estudio de monitoreo del río Yanuncay en Cuenca-Ecuador, indica que estos son animales acuáticos que determinan la calidad del agua, ya sea con su presencia o ausencia, así también menciona que el uso de macroinvertebrados bentónicos se ha expandido alrededor del planeta, teniendo como resultados que en su tres tramos de monitoreo; es decir parte alta, media y baja, concluye que mediante el uso de los índices WQL y BMWP que la parte baja sufre alteraciones debido que la presencia de macroinvertebrados disminuye y los parámetros fisicoquímicos tienden a modificarse con datos negativos.

- Sobre el estudio de la calidad del agua del río chili en Arequipa, mediante el uso del índice ABI, (Medina , 2011), hace referencia a la presencia de macroinvertebrados con mayor incidencia en los ríos de la sierra, es decir parte andina, asimismo infiere que este índice es una adaptación del índice BMWP para poder obtener resultados más exactos y confiables, realizándolo en tres estaciones a lo largo de la subcuenca del río Chili en los meses de junio a agosto del 2011, donde se monitoreo tanto con macroinvertebrados y algunos parámetros fisicoquímicos, en cuanto a lo primero se identificaron 11 familias dentro de 9 ordenes, entre las cuales la más abundante fue Díptera , seguido por Trichóptera y Ephemeroptera ; concluyendo que la calidad del agua del río Chili, es de regular a mala o contaminada, porque la puntuación obtenida en el Índice ABI es 36.
- En un estudio ejecutado para determinar la calidad del agua en los ríos Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo Grande en Ecuador realizado por (Endara, 2012), analizó la diversidad y la abundancia de macroinvertebrados bentónicos utilizando los índices BMWP/Col y EPT, donde se determinó que el río Alpayacu esta moderado contaminada debido a efectos antropogénicos, mientras que en los otros ríos tienen una calidad muy buena.
- De acuerdo a (Reyes, 2013), en su estudio de “Macroinvertebrados acuáticos de los cuerpos lenticos de la Región Maya, Guatemala”, cuyos cuerpos fueron: Yaxhá, Sacnab, Petenchel, Quexil, Salpetén, Macanché, Sacpuy y Petén Itzá; estableciéndose para cada monitoreo 6 estaciones de muestreo como máximo y se obtuvieron un total de 38 familias predominando las ordenes de ondonata, coleóptera, tripchotera y Ephemeroptera, adicional a esto se realizaron análisis de los parámetros físicoquímicos de temperatura, pH, salinidad, conductividad, sólidos disueltos totales, nutrientes, sulfatos y profundidad; cabe resaltar que

indica que hay mayor diversidad de especies de macroinvertebrados bentónicos en lugares donde no hay intervención del hombre y tiende a disminuir cuando aumenta las perturbaciones antrópicas, además infiere que la distribución de macroinvertebrados está influida por variables fisicoquímicas.

- Gustavson, et al. (2013), en su investigación de Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú; concluyen que la diferencia de calidad de hábitat ribereño y fluvial, así como de conductividad, sólidos disueltos y nitratos influyen negativamente sobre la calidad del agua, por ende, en la comunidad de macroinvertebrados.
- Leon, (2013) desarrolló un estudio de calidad biológica de las aguas superficiales de la cuenca del río Apulo, en Colombia el principal objetivo fue establecer cómo afecta la contaminación a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos utilizando para ello el método BMWP y encontraron que la cuenca ha sufrido un gran deterioro.
- En el estudio del ecosistema acuático es utilizado con más frecuencia para llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental como el caso de (Daza, et al. 2016), quienes realizaron un estudio a lo largo del río Gaira que hace parte de la vertiente de la Sierra Nevada de Santa Marta, en Colombia, la finalidad del trabajo fue evaluar la densidad poblacional de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo a las épocas lluviosas y secas del año en conjunto con la medición de parámetros fisicoquímicos. Encontrándose que el río presenta un buen sistema de depuración de la contaminación de sus aguas debido a que los valores de los parámetros fisicoquímicos son buenos en general y en parte porque la pendiente es alta, finalmente con relación a los macroinvertebrados se halló que los Dípteros,

Ephemeroptera y Tricópteros presentaron la mayor riqueza de organismos en los muestreos realizados en la época seca mientras que en el período lluvioso se presentó la menor densidad esto debido a que el aumento del caudal arrastra los organismos disminuyéndolos significativamente.

- Gonzales, et al.(2017) tomo como referencia a (Cruz, 2014), en su estudio para determinar la calidad del agua del río Santa, concluye que este está impactado, el mayor impacto es aguas arriba, por lo tanto, la contaminación por metales influye negativamente en la población de macroinvertebrados y por ende en la calidad del agua.
- En el Perú, los estudios ambientales vienen cobrando importancia, y entre estos los macro invertebrados acuáticos ocupan un lugar importante. El estudio de estos organismos presenta dificultades pese a que han llegado a convertirse en un área de trabajo frecuente para muchos profesionales, pues existen muy pocos especialistas. En Cajamarca solo se dispone de la “Guía de Vigilancia Ambiental con macro invertebrados bentónicos. (Flores, 2014).
- Correa y Vega, (2015) en su trabajo de investigación de la calidad ecológica del río Mashcón en Cajamarca y Marga Marga en viña del mar de Chile, donde realizan una comparación, concluyen que el río tiene una buena calidad del agua, sin embargo no está en un rango óptimo, puesto que este río se encuentra en zonas donde la población humana arroja residuos sólidos y a la vez realizan actividades agrícolas en partes aledañas a este, por otro lado el río Marga Marga tiene una mala calidad, debido a que este se encuentra con mayor influencia de las actividades antrópicas.
- En el estudio “los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica” indica que la

comunidad de macroinvertebrados acuáticos mejor estudiada en Colombia es la entomofauna. Los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera son los mejor conocidos en cuanto a su taxonomía, ecología y su utilización como bioindicadores de la calidad del agua. El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), desarrollado en Europa en el siglo XX a partir de la década de los años setenta, es muy popular en Colombia y Latinoamérica, pero es necesario hacer adaptaciones para las diferentes regiones en el continente. (Roldan, 2016).

- En el estudio “Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú”, Los indicadores físico-químicos y bacteriológicos de la calidad del agua del río Cunas fueron determinados, según sector y época de muestreo y están en el rango de los estándares de calidad ambiental para agua de ríos de la Sierra; especialmente para las categorías III y IV (riego de vegetales y bebida de animales y, conservación del ambiente acuático). Así mismo indicaron que los mayores porcentajes lo presentaron los órdenes Diptera (46,05%) y Ephemeroptera (37,87%), contribuyendo con el 83,92% del total de los taxa. Recomendando continuar con los estudios para determinar el estado de la biodiversidad de los macroinvertebrados bentónicos en toda la subcuenca hidrográfica del río Cunas, a fin de integrarlos en mapas hidrográficos para realizar un aprovechamiento racional del recurso hídrico. (Custodio y Chamame, 2016).
- En el estudio macroinvertebrados bentónicos del departamento de Lambayeque, Perú en los resultados indicarían que las cuencas estudiadas presentaron comunidades con alta diversidad y especies particulares lo que determinaría distintas estructuras comunitarias a pesar de su cercanía y similares condiciones hidrológicas y geográficas. Sin embargo, esto podría estar relacionado también a

intervenciones humanas que modifican el ambiente. Concluyendo que las cuencas de los ríos Zaña, La Leche y Cañariaco presentan comunidades de macroinvertebrados bentónicos poco similares lo que implica una alta biodiversidad para el departamento de Lambayeque. (Juarez y Gonzales, 2017).

- En el estudio denominado “Desarrollo de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana basada en macroinvertebrados bentónicos en la Cuenca del Jequetepeque (Cajamarca, Perú)”, indicaron que la cuenca de Jequetepeque está amenazada por la contaminación minera y ésta es una de las principales causas de los conflictos socio ambientales. La vigilancia ciudadana de sus cuerpos de agua, con macroinvertebrados bentónicos, puede generar alertas tempranas de contaminación y acciones pertinentes de conservación. En los resultados de la evaluación ciudadana con una evaluación científica realizada por personal calificado, en ambas evaluaciones obtuvieron los mismos 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. (Flores y Huamantínco, 2017).
- Finalmente, en el estudio “Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca”. Indican que la calidad del agua se altera

producto de las diversas actividades antrópicas y naturales. En sus resultados la identificación de 8 órdenes y 17 familia de MIB, que destacan Díptera, Ephemeroptera y Coleóptera, en el índice ETP se obtuvo que la calidad del agua “pobre”, con respecto al índice BMWP, en el punto QC-R tiene una calidad ligeramente contaminada, en los puntos QC-01, QC-02 tiene una calidad dudosa y los puntos QC-03, QC-04, calidad crítica. Por otro lado, se realizó una caracterización fisicoquímica con los siguientes parámetros: caudal, temperatura, pH conductividad eléctrica, DBO y oxígeno disuelto, estando la mayoría de estos dentro de límites de la normatividad peruana a excepción del OD, se encontraron por debajo de las Subcategoría D2 Bebida de animales. (Gonzales, y Tarrillo, 2017)

2.2 Base teórica.

2.2.1 *Calidad de Agua:*

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra los cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable. (Sierra , 2011).

2.2.2 *Contaminación del Agua:*

Acumulación indeseable de sustancias, organismos y cualquier forma de energía en un sistema hídrico. En cuanto a las aguas del país, es la acumulación de diversos elementos y sustancias aportados por vertimiento de aguas

residuales crudas o insuficientemente tratadas que superan la capacidad de asimilación y/o autodepuración del cuerpo receptor generando concentraciones en el cuerpo de agua que exceden el estándar de calidad normado en la zona sometida a regulación. (Mejia, 2016).

2.2.3 Parámetros Fisicoquímicos

Acorde a Roldan, (1988) citado por Alvarez y Perez, (2007) los parámetros fisicoquímicos son aquellos donde los organismos son más sensibles estos son a menudo el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y la temperatura.

En cuanto a los parámetros de temperatura no se registran valores como máximos y mínimos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para agua, sin embargo el pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y DBO5 establecidos por el (MINAM, 2017) en el Decreto Supremo N° 004-2017 indican lo siguiente.

Que tanto para aguas superficiales destinadas para recreación en la subcategoría 1 – B, como el riego de vegetales y bebida de animales en la categoría 3, deben cumplir con los valores adecuados de los parámetros un valor de pH entre 6,5 y 8,5 en ambas subcategorías, un valor máximo de conductividad eléctrica de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en cultivos y 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para bebida de animales, un valor mínimo de 4 y 5 mg/L de Oxígeno disuelto para cultivos de tallo alto y bajo, y bebida de animales respectivamente.

Tabla 1. Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales -D.SN°004-2017MINAM.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Oxígeno disuelto	mg/L	> = 4	>= 5
Conductividad (	μS/cm	2500	5000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3

2.2.4 Metales Pesados.

La presencia de metales pesados en aguas, los más peligrosos son: Plomo (Pb), Cadmio (Cd) y Arsénico(As); que representan el mayor peligro ambiental, debido a su uso extensivo, a su toxicidad y a su amplia distribución. Los metales difieren de los compuestos orgánicos tóxicos en que son totalmente no degradables, con lo que se acumulan en los sistemas ambientales, de ahí su toxicidad. Los últimos sumideros de los metales pesados son los suelos y los sedimentos (Baird, 2001).

2.2.5 Métodos ecológicos que evalúan la calidad del agua.

La evaluación de la calidad del agua mediante organismos bioindicadores son un complemento para los métodos fisicoquímicos conocidos, por un lado, la técnica biológica proporciona información de lo acontecido en el cuerpo de agua durante un lapso de tiempo, y, por otro lado, los parámetros fisicoquímicos determinan los efectos contaminantes si son dispuestos en el momento (Herbas, et al. 2006).

Uno de los métodos biológicos utilizados frecuentemente para la evaluación de la calidad del agua es el método Ecológico, el cual pretende atender no a la cantidad del flujo vertido, sino a sus efectos sobre el ecosistema, para lograr calcular dichos efectos, se requiere utilizar expresiones matemáticas con

variables como datos taxonómicos y de tolerancia, los cuales se aplican en general en diferentes tipos de índices, dentro de los cuales debemos mencionar los índices de diversidad e índices bióticos (Herbas, et al. 2006).

2.2.6 *Los macro invertebrados en la bioindicación.*

Los organismos, por el hecho de vivir en el agua durante varios días o meses, integran los cambios que se producen de todos los parámetros fisicoquímicos, (...) mientras la química nos da una fotografía instantánea del río, los macroinvertebrados son como un video que cuando lo rebobinamos nos informa de lo que pasó hace un tiempo (Ladrera, et al. 2013), por lo tanto de acuerdo a (Pineda y Quiroz, 2015) los bioindicadores pueden ser organismos o restos de restos de estos mismos, el objetivo que tienen los bioindicadores es ayudar a determinar acontecimientos producidos y directamente relacionados con el estudio de su hábitat, por ende un organismo tendrá mayor utilidad como indicador mientras más estrecho sea su límite de tolerancia.

Ladrera, et al.(2013), especifica que los diferentes taxones de macroinvertebrados tienen diferentes niveles de tolerancia, debido a distintos tipos de perturbaciones del ecosistema, por lo tanto, podemos relacionar grupos de macroinvertebrados con una perturbación concreta, al mismo tiempo (Alvarez, 2009), su importancia radica en el aporte de información, en concordancia al esfuerzo utilizado tanto económico, temporal y personal.

Alvarez, (2009), indica que los macroinvertebrados son apreciados como parte de la cadena trófica, fundamentalmente para los peces, debido a la existencia de macroinvertebrados bentónicos, juegan un papel indispensable del flujo natural tanto de energía y nutrientes, ya que al morir los macroinvertebrados,

se descomponen y los nutrientes que estos dejan son aprovechados por otros organismos o plantas presentes en el ecosistema.

2.2.7 Ventajas de uso

Las ventajas del uso de invertebrados son múltiples, por eso en la actualidad la utilización como indicadores biológicos son los más utilizados en cuanto a la evaluación de la calidad del agua, debido a su:

Simplicidad metodológica, ya que presenta ventajas técnicas asociadas a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, los que pueden ser realizados con equipo simple y barato, encontrarse en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen los estudios comparativos, su naturaleza sedentaria, que permite un efectivo análisis espacial de los efectos de las perturbaciones, la taxonomía de la mayoría de los grupos está bien estudiada y existen numerosos métodos para el análisis de datos, incluyendo índices bióticos y de diversidad, rapidez en la obtención de los resultados y alta confiabilidad, lo que hace de estos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria de la calidad del agua en las cuencas y ríos en general... (Castellon, 2013).

Además, según Roldan, (2003) los macroinvertebrados son los mejores indicadores de calidad de agua debido a que:

Existen en grandes cantidades y amplia distribución con ciclos de vida largos llegando a ser sedentarios en su mayoría, el cual facilita la identificación y recolección, más aún el poder conocer las variaciones ambientales en un corto tiempo ya que responden rápidamente a los cambios ambientales.

2.2.8 *Macroinvertebrados bentónicos*

Se denomina Macroinvertebrados bentónicos a:

Aquellos animales invertebrados, que, por su tamaño relativamente grande, son retenidos por redes de luz de malla de entre 250-300 μm . La mayoría de los mismos (alrededor del 80%) corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos en especial sus formas larvarias, siendo las más abundantes (Alba-Tercedor, 1996).

Los macroinvertebrados como se indica anteriormente son de tamaño grande, es decir que estos son visibles al ojo humano, por lo tanto Palma (2013), se refiere que estos tienen un tamaño mayor a 500 μm (0,5 mm), además alude que entre las órdenes más comunes se encuentran la Diptera, Coleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera, por lo tanto (Hellawell, 1986), deduce que para los investigadores tiene facilidad la utilización de estos organismos, debido que su muestreo es fácil, existen técnicas de muestreo estandarizadas y no requieren equipos costosos.

2.2.9 *Ephemeroptera*

Las ninfas de Ephemeroptera viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; sólo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general se consideran indicadores de buena calidad del agua (Roldan, 2016).

2.2.10 *Plecóptera.*

Las ninfas de los Plecóptera viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se ha observado en ciertos casos que son especialmente abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes

rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2000m de altura. Son, por tanto, indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas (Roldan, 2016).

2.2.11 Trichoptera.

En los ambientes acuáticos especialmente ríos y quebradas, los Trichoptera juegan un papel importante, tanto en las cadenas alimentarias como el reciclaje de nutrientes. Debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema (Springer, 2010).

2.2.12 Coleóptera.

La mayoría de Coleoptera acuáticos viven en aguas continentales lólicas y lénticas. En las zonas lólicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias (Roldán, 2016).

2.2.13 Odonata.

Los Odonata viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutroficadas (Roldan, 2016)

2.2.14 Díptera

De acuerdo a (Flores, 2014) , Los dípteros tienen un parecido a gusano de moscas, no tienen patas articuladas cuando son larvas, por otro lado, (Oscosz, 2009), menciona que la orden díptera se encuentran en zonas rápidos, cascadas o estancadas, debido a sus preferencias relacionadas con su respiración, es por ello que en esta orden hay requerimientos ambientales distintos entre familias, por ejemplo, existen especies exigentes en cuanto a la calidad del agua y otras no, es decir que algunas familias son resistentes a alteraciones de la calidad del agua.

2.2.15 Amphipoda:

Tanto Oscosz, (2009), como Flores, (2014) coinciden que pueden alcanzar grandes cantidades debido a que se alimentan de la materia orgánica degradada siendo muy tolerantes a la contaminación.

2.2.16 Annelida:

En cuanto a la orden Annelida, Oscosz, (2009), menciona que tienen la forma de gusanos alargados, por otro lado, (Flores, 2014), aclara que en cantidades excesivas de estos gusanos demuestra una zona muy contaminada debido a que algunos son parásitos de peces y camarones, siendo su alimento la materia orgánica degradada.

2.2.17 Collembola:

De acuerdo a Palma, (2013)y Flores (2014), esta Orden viven en la superficie del agua exactamente en la hojarasca y troncos caídos, en cuanto a sus características poseen 6 patas y una cola larga llegando a alcanzar un tamaño de 1 a 3 mm.

2.2.18 *Gasteoropoda:*

Según Oscoz, (2009), son pequeños caracoles que poseen una sola concha enrollada en forma de espiral viviendo debajo de piedras y vegetación soportando varios tipos de hábitats.

2.2.19 *Índices bióticos.*

Si bien es cierto existen diferentes tipos de índices ambientales con respecto a este tema, tanto Herbas et al. (2006) como Correa, (2000), coinciden que los índices bióticos son los mejores métodos para la evaluación de la calidad en un ambiente acuático llegando a utilizar los grupos taxonómicos y su grado de tolerancia a parte de la riqueza y abundancia, siendo los siguientes los más utilizados.

2.2.20 *Índice Biótico Andino (ABI).*

El ABI es un índice para Evaluar la Calidad del Agua en Zonas Andinas. Consiste en la distribución de las familias de macro invertebrados y la tolerancia a la contaminación en las zonas andinas por encima de 2000 msnm. En general, ABI incluye un menor número de familias de macro invertebrados que en otras regiones del mundo donde se ha aplicado el índice BMWP porque la altitud restringe la distribución de varias de ellas. El índice de ABI es extremadamente útil para detectar el deterioro general de los ríos. (Carvacho, 2012).

Tabla 2: *Valores ecológica ABI.*

Clase	ABI	Nivel Calidad
1	>74	Muy bueno
2	45--74	Bueno
3	27--44	Moderado
4	11--26	Malo
5	<11	Pésimo

Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA)(Acosta y Prat,2009).

2.2.21 Índice biótico mediante *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera* (EPT).

Consiste en la contabilización de las familias de macro invertebrados considerados como indicadores de calidad de agua, especialmente las familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera; teniendo en cuenta que estas tres familias son las más sensibles a la contaminación. (Carvacho, 2012).

2.2.22 *Biological Nonitoring Working Party* (BMWP/Bolivia).

El índice BMWP se instituyó en Inglaterra el año 1970, (tabla 3), como un método simple que asigna un puntaje a todos los grupos de macro invertebrados 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. (Zamora, 2012).

Tabla 3. *Puntuación BMWP/Bol.*

CLASE	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	> 120.101- 120	Aguas muy limpias a limpias. No Contaminadas	Azul
II	Aceptable	61 - 100	Se evidencia algún efecto de contaminación	Verde
III	Dudosa	36 - 60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy Contaminadas	Naranja
V	Muy Critica	< 35	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Guía para la evaluación acuática mediante el índice BMWP/Bol. (Zamora, 2012)

2.2.23 *Biological Nonitoring Working Party (BMWP/ Colombia).*

El índice BMWP/Col se basa en la valoración de los diferentes grupos de invertebrados que se encuentran en una muestra (tabla 4). Para poder aplicar este índice se necesita haber identificado los macro invertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macro invertebrados posee un grado de sensibilidad que va de 1 a 10. El 10 indica el grupo más sensible, la presencia de muchos organismos con valor 10 o valores altos, indica que el río tiene aguas limpias y si por el contrario solo se encuentra organismos resistentes con valores bajos, esto indica que el río tiene aguas contaminadas. (Roldan , 2003).

Tabla 4. *Puntuación BMWP/Col.*

CLASE	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	> 150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy Contaminadas	Naranja
V	Muy Critica	< 35	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Guía para la evaluación acuática mediante el índice BMWP/Col. (Roldan, 2013).

2.2.24 Protocolo CERA (Calidad Ecológica de Ríos Andinos)

Dentro del marco del proyecto CERA (Calidad Ecológica de Ríos Andinos), el presente protocolo ha sido desarrollado en base primero a una exhaustiva revisión bibliográfica tanto de la comunidad de macro invertebrados bentónicos como de las comunidades vegetales presentes sobre los 2000 metros de altitud, comprendiendo los andes del norte y centrales hasta el subdominio del Altiplano-Puna, especialmente para los territorios de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Luego, en segundo lugar, en el marco del proyecto CERA (Calidad Ecológica de Ríos Alto andinos), se evaluaron de forma preliminar algunas cuencas de Ecuador y Perú, durante las estaciones secas de los años 2003, 2004 y 2006. Este protocolo hace referencia al hábitat

fluvial y la comunidad vegetal de ribera a través de la aplicación de los índices ABI (Acosta y Prat, 2009), IHF (Pardo et al., 2002) y QBR-And respectivamente. Estos índices han sido adecuadamente adaptados a las condiciones y características propias de los ríos alto andinos. (Acosta, et al. 2009).

2.2.25 Programa informático: IBM SPSS V.23.

El Programa IBM SPSS Statistics Versión 23 es una aplicación para el análisis de datos de tipo estadístico. Que es utilizado por instituciones gubernamentales, empresas y centros de investigación de todo el mundo.

2.2.26 Programa informático Arc Map 10.3.

Se usó para la elaboración de información geográfica, mapas de ubicación, delimitación y mapas de índices bióticos.

2.3 Definición de términos básicos.

2.3.1 Bentos:

Según (Gonzales y Maestre, 2014), es una comunidad ya sea de animales invertebrados o no, los cuales se caracterizan por habitar el fondo y la superficie de un hábitat acuático.

2.3.2 Bioindicador:

Según (Alvarez y Perez, 2007), un bioindicador puede ser una especie o especies que en su presencia o ausencia indica variables físicas o químicas en los requerimientos que estas poseen en cuanto a su límite de tolerancia, además (Gonzales y Maestre, 2014), indica que este puede ser descrito o medido de acuerdo al tipo de variable cualitativa o cuantitativa y está a lo

largo del tiempo muestra tendencias en las características de la biodiversidad.

2.3.3 *Calidad biológica:*

“(…), se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias” (Alba-Tercedor, 1996).

2.3.4 *Calidad del agua:*

Para Correa,(2000), la calidad del agua es la aptitud que esta presenta en cuanto a su uso, por ejemplo para bebida del hombre y animales, riego y recreación, etc., por otro lado el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, refiere que la calidad se condiciona por sus características físicas, químicas y biológicas, ya sea natural o alterada, por lo tanto la calidad del agua se basa a los usos que se le da, puesto que el agua es de calidad cuando esté exenta de sustancias o microorganismos peligrosos para el consumidor.

2.3.5 *Conductividad eléctrica:*

Álvarez y Pérez, (2007), la conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa de conducir una corriente eléctrica, esta capacidad depende de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, su movilidad y su valencia y de la temperatura y la viscosidad de la solución...”.

2.3.6 *Época de lluvia:*

Gonzales y Maestre, (2014), la época de recarga, se caracteriza por el aumento del caudal de los ríos producto de las lluvias intensas, la cual en el Perú tiene un periodo de los meses de diciembre a abril.

2.3.7 *Época de seca:*

De acuerdo a la Gonzales y Maestre, (2014), la época seca o también llamada vaciante es el periodo de disminución de las lluvias y por ende del caudal de los ríos, este periodo dura entre los meses de junio a setiembre.

2.3.8 *Especie:*

Según (Gonzales y Maestre, 2014) define a especie como un conjunto de individuos que viven en una misma área, las cuales tienen características físicas comunes, así también igual número de cromosomas, por lo tanto, se pueden reproducir entre ellas.

Tinaut, et al. (2002), mencionan que las especies bioindicadoras, son aquellas que presentan más sensibilidad a ciertos procesos que causan contaminación por diferentes actividades.

2.3.9 *Estándar de Calidad Ambiental (ECA):*

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

2.3.10 Filo:

Oscos, (2009), lo define como una clasificación taxonómica encontrándose debajo del Reino, la cual agrupa organismos con un mismo sistema de organización.

2.3.11 Gradiente ambiental:

Mata y Quevedo, (1998) lo definen como a un cambio progresivo, agudo o suave, en las características de un ambiente, bioma o zona geográfica.

2.3.12 Índice Biótico:

Conforme a la Confederación Hidrográfica del Ebro, (2005), el índice biótico transcribe la información obtenida en una lista faunística o vegetal en valores ya establecidos, el cual permite comparar y comprobar cambios en las comunidades biológicas.

2.3.13 Larva:

Para Oscoz, (2009), define a una larva como el estado inmaduro, es decir cuando el individuo está en su época de crecimiento, y esta se distingue bastante al estado adulto de un invertebrado.

2.3.14 Macroinvertebrados:

“Se consideran a los animales invertebrados que tienen un tamaño superior a 500 μ . Constituyen el grupo dominante en los ríos, aunque también se encuentran en la zona litoral y el fondo de lagos y lagunas...”. (Gonzales y Maestre, 2014)

2.3.15 Ninfa:

De acuerdo a Oscos, (2009), se define como el estado inmaduro o juvenil más sencillo de un macroinvertebrado, el cual tiene parecido a un adulto, pero a diferencia de este tiene un menor tamaño y sus alas un desarrollo incompleto.

2.3.16 Oxígeno Disuelto:

Daza, (2016). Lo definen como uno de los parámetros más importantes para medir la calidad de un cuerpo de agua ya que es esencial para la vida, adicionalmente de éste dependen los procesos biológicos de la fauna acuática. Así también, para (Álvarez y Pérez, 2007), el oxígeno disuelto constituye un indicador del soporte del agua a la vida vegetal y animal, menciona también que este indicador está muy relacionado con la temperatura del agua, ya que menor temperatura mayor cantidad de oxígeno.

2.3.17 Potencial Hidrógeno (pH):

Según Prieto, (2004), sostiene que el pH mide la tendencia de acidez o alcalinidad, por ejemplo, un pH menor de 7 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que mayor de 7 muestra una tendencia hacia la alcalinidad, cabe señalar que indican que el valor del pH depende de la temperatura, por lo tanto, ellos recomiendan determinarlo de manera in situ.

2.3.18 Población:

“Grupo o conjunto de individuos de una sola especie.” (Gonzales y Maestre, 2014)

2.3.19 Taxón:

Unidad taxonómica, por ejemplo, familia, género o especie. (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005)

2.3.20 Taxonomía:

De acuerdo a la UNMSM (2014) taxonomía es la ciencia que se encarga de clasificar organismos, ya sea biológica, sistemática y de forma jerarquizada.

2.3.21 Temperatura:

“La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad, más aún la Organización Mundial de la Salud, 2006, señala que si la temperatura del agua es alta puede ser potencia para la proliferación de microorganismos ocasionando el aumento de problemas tanto en el sabor, olor, color y corrosión. (Severiche, et al. 2013).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio.

3.1.1 Ubicación.

El estudio se realizó en los ríos Perlamayo y Tacamache, que pertenecen al distrito de Chugur que es uno de los tres distritos de la provincia de Hualgayoc. Está ubicado en la franja occidental de la Cordillera de los Andes al norte del Perú en el “corazón” del departamento de Cajamarca; limita al norte con los distritos de Lajas y Chota, al noroeste con el distrito de Uctiyacu – Santa Cruz, al oeste con el distrito de Ninabamba – Santa Cruz, por el sur con el distrito de Catilluc- San Miguel y Hualgayoc, al este y sureste con el distrito de Hualgayoc y al noreste con el distrito de Chota. El distrito de Chugur se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca, entre los ríos Perlamayo y Tacamache, a 2753 msnm. El distrito posee una superficie territorial de 99.6 km²; con alturas variables que van desde los 2100 a 4100 metros, lo que hace de su ubicación el sustento de algunas zonas de vida con importancia ambiental y biodiversa. (Roncal , 2015). Figura 1.

Se establecieron 7 estaciones de muestreo, figura 2, todas ellas localizadas en el curso principal de los ríos Perlamayo y Tacamache y georreferenciadas según el sistema de coordenadas sexagesimal (Datum WGS 84), tomándose un total de 14 muestras (7 en la época seca y 7 en la época lluviosa). Para la elección de las estaciones se consideró la presencia de tributarios, la gradiente altitudinal, la influencia de actividad antropogénica (zonas de ganado, agrícolas, pasivos ambientales mineros, expansión minera, etc.).

Geográficamente se ubicaron en el sistema de coordenadas proyectadas. UTM datum horizontal: WGS-84 en la zona o huso horario 17 Sur. Que su indica en la tabla 5.

Tabla 5. Georreferenciación de las estaciones de monitoreo en el área de estudio.

Estación de muestreo	Quebrada.	Coordenada Este (UTM) WGS84	Coordenada Norte (UTM) WGS84	Altitud (msnm)
P1	quebrada Sinchao.	757677	9257405	3869m
P2	quebrada Colorada.	756827	9257573	3733m
P3	quebrada Quencho.	753919	9258446	3486m
P4	río San Juan Pampa.	745095	9265057	2208m
P5	río Tacamache.	748534	9262861	2678m
P6	quebrada Seca.	756822	9260497	3586m
P7	quebrada Ramírez Tantahuatay.	751804	9258725	3149m

MAPA DE UBICACION DEL DISTRITO DE CHUGUR

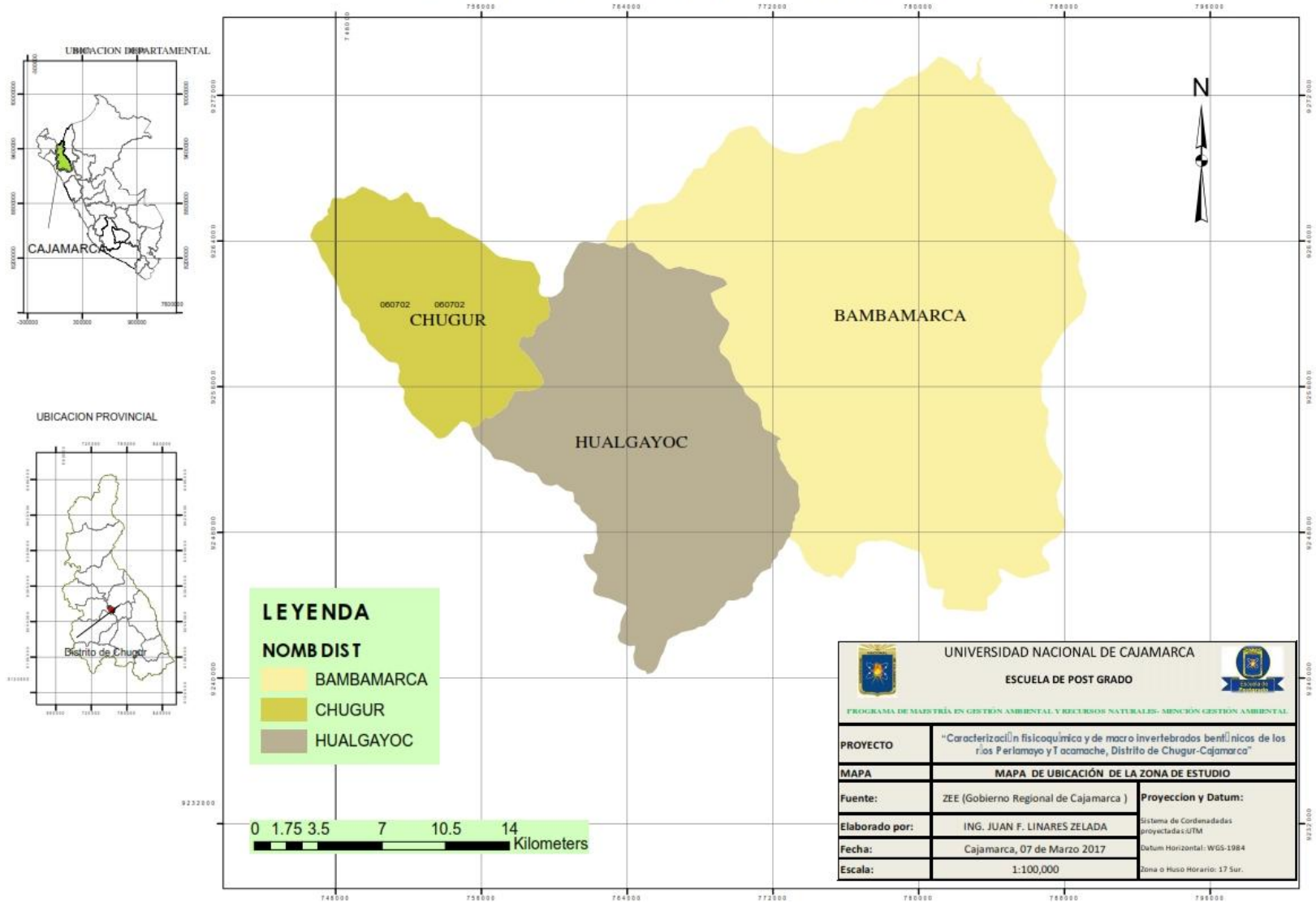


Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Chugur en la provincia de Hualgayoc.

MAPA DE UBICACION DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

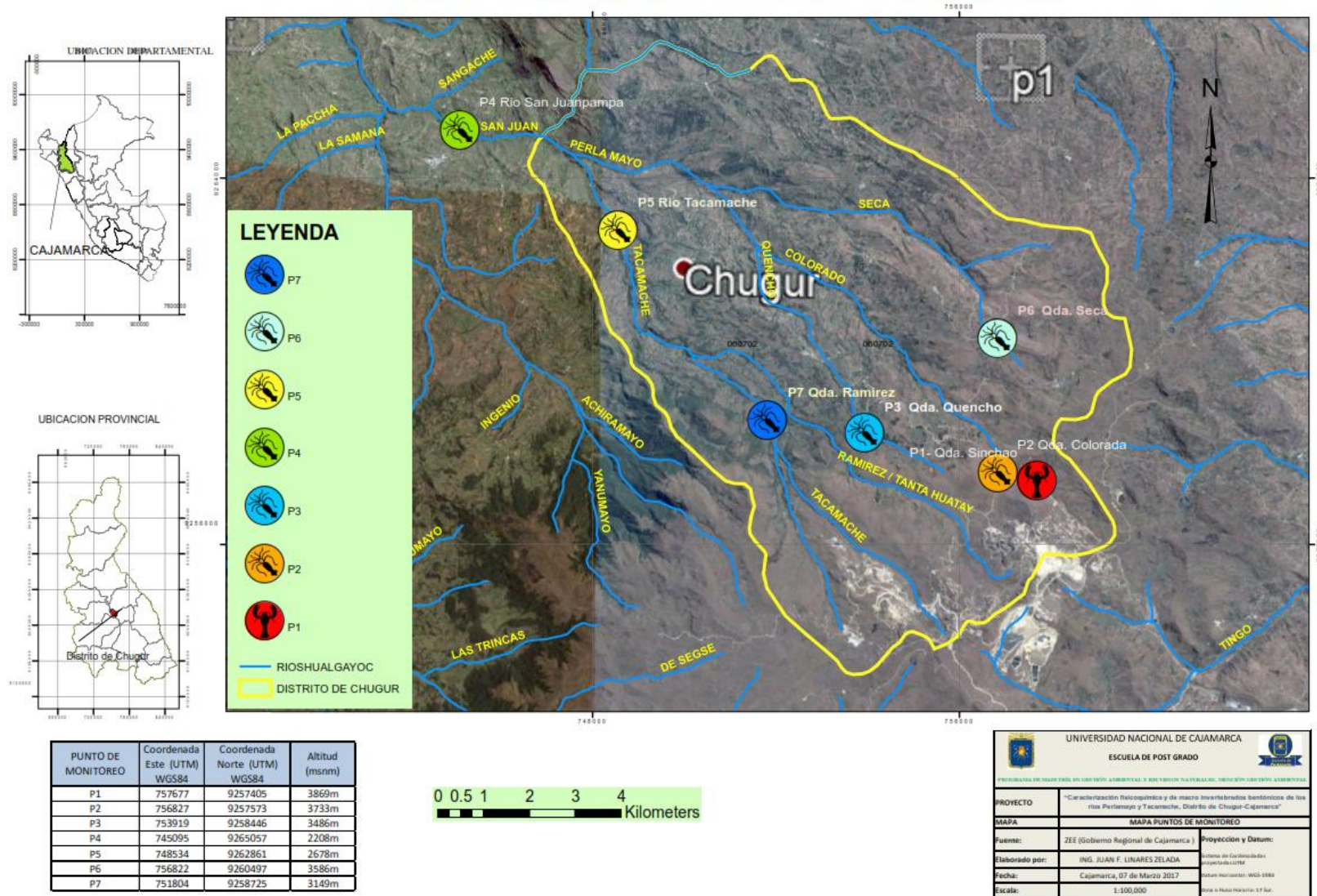


Figura 2. Ubicación puntos de muestreo en los ríos Perlamayo y Tacamache - Chugur.

3.1.2 Hidrografía.

Los ríos principales que recorren el territorio chugurano pertenecen a la cuenca hidrográfica de Chancay Lambayeque (figura 3). El río “Las Gradass Tacamache”, que recoge las aguas de la parte alta del distrito y de las faldas de los cerros Potrerillo, Cashunga, Nuevo Perú, Tacamache y de la quebrada Ramírez y une sus aguas a las del río “Perlamayo” en el sector denominado “El Infiernillo”. Este río se abastece con agua de las partes altas del distrito en la zona conocida como “Las Gradass”, lugar con abundante recurso hídrico y de oferta permanente de agua durante todo el año, aunque en temporadas de estiaje baja su caudal, pero no dejan de mantener los flujos de agua. El otro río de importancia es el denominado “Coyunde Infiernillo”, que toma las aguas de las quebradas el Chencho, Colorada y Seca provenientes de la zona alta del distrito en los límites de Chota y Hualgayoc. Ambos ríos forman la cuenca del río Perlamayo, río que es conocido como San Juan Pampa en el lugar denominado “El Tingo” en Santa Cruz; esta fuente de agua es un importante afluente del río Chancay que abastece al reservorio de Tinajones en Chongoyape, Lambayeque. (Roncal, 2015). (Poma & Alcantara, 2004).

Para la definición de las siete estaciones de monitoreo, se clasifico a los ríos Perlamayo y Tacamache en sub cuencas (figura 4).

3.1.3 Sub cuenca río Perlamayo.

Comprenden las estaciones de monitoreo para aguas superficiales, macroinvertebrados y sedimentos siendo: la quebrada Sinchao (P1), quebrada Seca (P6), quebrada Colorada(P2) y quebrada Quencho (P3), ubicadas dentro del distrito de Chugur.

3.1.4 *Sub cuenca río Tacamache.*

Comprende: la quebrada Ramírez Tantahuatay (P7), río Tacamache (P5) dentro del distrito de Chugur.

3.1.5 *Sub cuenca río San Juan pampa.*

Esta sub cuenca está formada por la unión de los ríos Perlamayo y Tacamache. Que se ubica en el límite del distrito de Chugur y la provincia de Santa Cruz.

MAPA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA CHANCAY LAMBAYEQUE

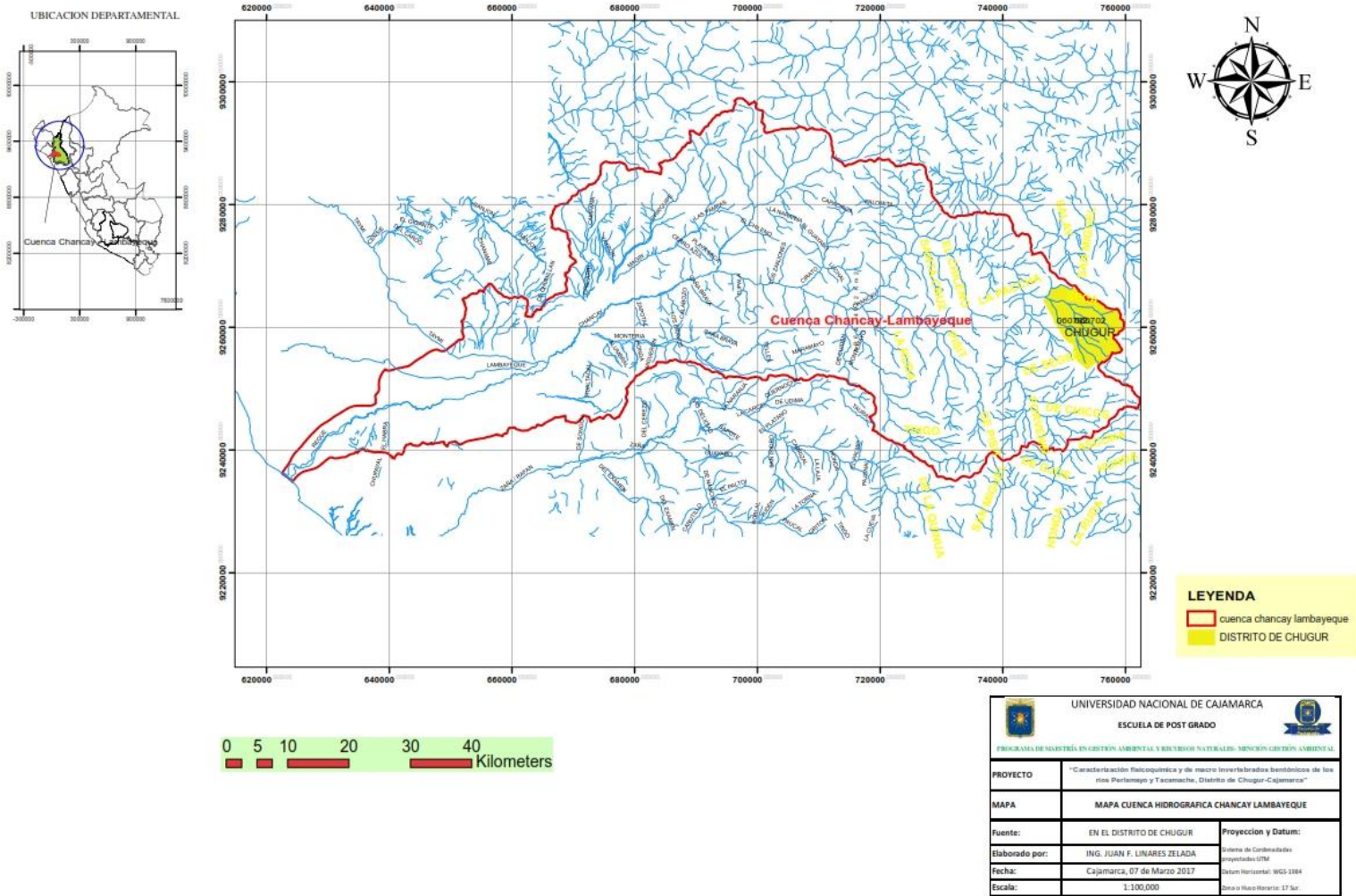


Figura 3. Cuenca hidrográfica Chancay Lambayeque, ubicación del distrito de Chugur.

HIDROLOGIA DEL DISTRITO DE CHUGUR

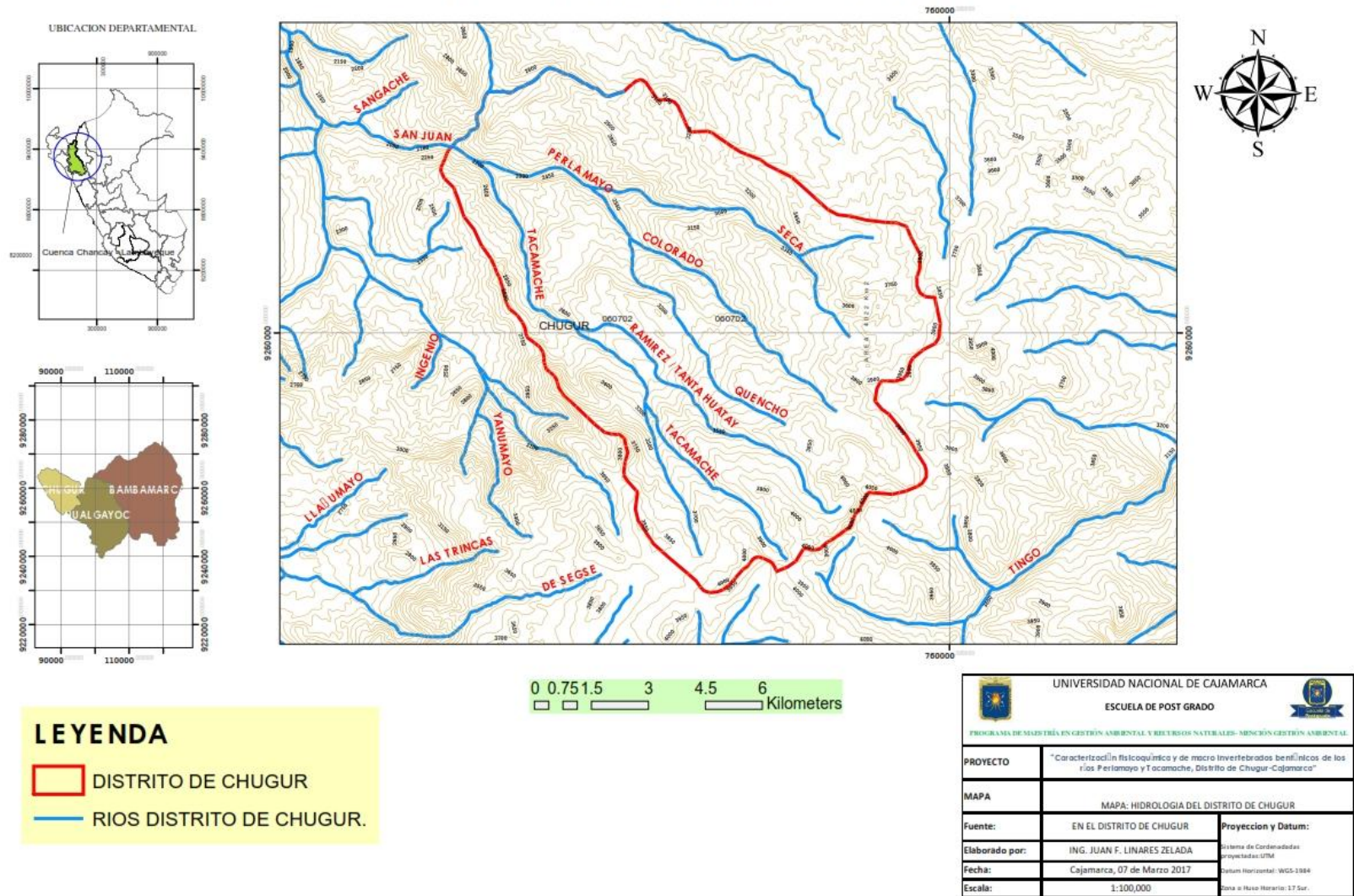


Figura 4. Sub cuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache en el distrito de Chugur.

3.1.6 Vías de acceso.

Llegar al distrito de Chugur desde la ciudad capital del departamento de Cajamarca toma un tiempo aproximado de 3.5 horas en vehículo motorizado. Se sigue la ruta principal de la carretera asfaltada Cajamarca – Bambamarca: en el kilómetro 78.8 de esta vía se toma el desvío a la izquierda, se sigue por una carretera afirmada que pasa por las inmediaciones del dique que contiene residuos de minería metálica de la empresa minera Goldfields, luego se pasa por un área de explotación de pequeña minería llamada “San Nicolás” que está generando serios problemas ambientales, para luego llegar a una de las partes más altas del distrito. Luego se pasa por el caserío el Chencho y finalmente se llega al pueblo de Chugur. Este recorrido tiene cerca de 29.6 Km, que sumado al recorrido anterior hacen una distancia de aproximadamente 108 Km. (Roncal , 2015).

3.1.7 Clima.

El clima del distrito de Chugur es típico de la sierra norte peruana, las precipitaciones anuales oscilan entre los 732.1 mm. a 1452.3 mm. La temporada de lluvias constantes se presenta durante los meses de octubre a abril y la temporada con menor cantidad de precipitación entre los meses de mayo a septiembre, esto según el análisis de los datos registrados en la estación meteorológica del distrito que muestran un periodo corto de registros, pero que nos da una idea clara de cómo fluctúan los parámetros durante todo el año.

Es necesario indicar que la estación meteorológica que ha registrado estos datos se encuentra a una altitud de 2,720 metros y está ubicada en la parte baja del distrito, lo que la hace representativa de este lugar, más no de la parte alta, donde la precipitación es evidentemente más elevada debido a que estas zonas

están más expuestas a la condensación de masas de aire más húmedo provenientes del océano Pacífico y de la evapotranspiración de esta parte occidental de la cordillera de los Andes. (Roncal , 2015).

3.1.8 Geología.

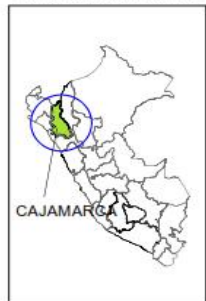
Las características geológicas correspondientes al territorio chugurano (figura 5), presentan siete unidades geológicas: Nm-vh / Volcánico Huambos; Ks-yu / formación Yumagual; Pr-vll / Volcánico Llama; Ki-chu / formación Chulec; Ki-pa / formación Pariatambo; Ks-ce / formación Celendín y Ki-g / Grupo Goyllarisquizga.

Nm-vh / Volcánico Huambos, forma llanuras delimitadas por farallones, se aprecia la estratificación. Está compuesto por rocas ígneas volcánicas denominadas tobas y brechas de composición ácida, donde se encuentran fragmentos de cuarzo de hasta 3 mm; tiene un grosor promedio de 50 a 100 metros. Está ubicado en la parte central de la cuenca del distrito de Chugur. Esta formación ocupa la parte alta de la cuenca, lugar donde aflora el agua y que se encuentra amenazado por la actividad minera.

Ki-chu / formación Chulec, se extiende por la zona norte de nuestro país, tiene una secuencia bastante fosilífera de rocas calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, las que han adquirido un aspecto terroso amarillento debido al interperismo, sus grosores varían de 200 a 250 metros. Ocupan un área relativamente pequeña de la parte baja de la cuenca de Chugur junto a las formaciones Ki-pa / formación Pariatambo, Ks-ce / formación Celendín y Ki-g / Grupo Goyllarisquizga, en la zona conocida como el infiernillo. Ki-pa / formación Pariatambo, contiene una alternancia de lutitas con lechos delgados de calizas bituminosas negruzcas, presentan estratos calcáreos con nódulos

silíceos y dolomíticos, con un característico olor fétido cuando son fracturadas; su espesor oscila entre los 150 a 200 metros 22 Ks-ce / formación Celendín, constituye la última secuencia calcárea del Cretáceo superior en el norte de nuestro país; suprayace concordantemente a la formación Cajamarca e infrayace a los depósitos continentales de la formación Chota. Consiste en una intercalación de lutitas, margas y calizas delgadas de color claro amarillento o crema debido al interperismo, también es bastante fosilífera²³. Ki-g / Grupo Goyllarisquizga, está ubicado en el cuadrángulo de Jaén, es una secuencia de 650 metros de grosor, se constituye por estratos macizos de 20 a 80 cm. de grosor de areniscas cuarzosas bien clasificadas de grano medio a grueso, algunas capas son conglomerados con guijarros pequeños de cuarzo. Presentan una coloración gris clara a blanca ligeramente amarillenta que por meteorización toman colores amarillentos y rojizos debidos al material ferruginoso que contiene. (Poma y Alcantara, 2004).

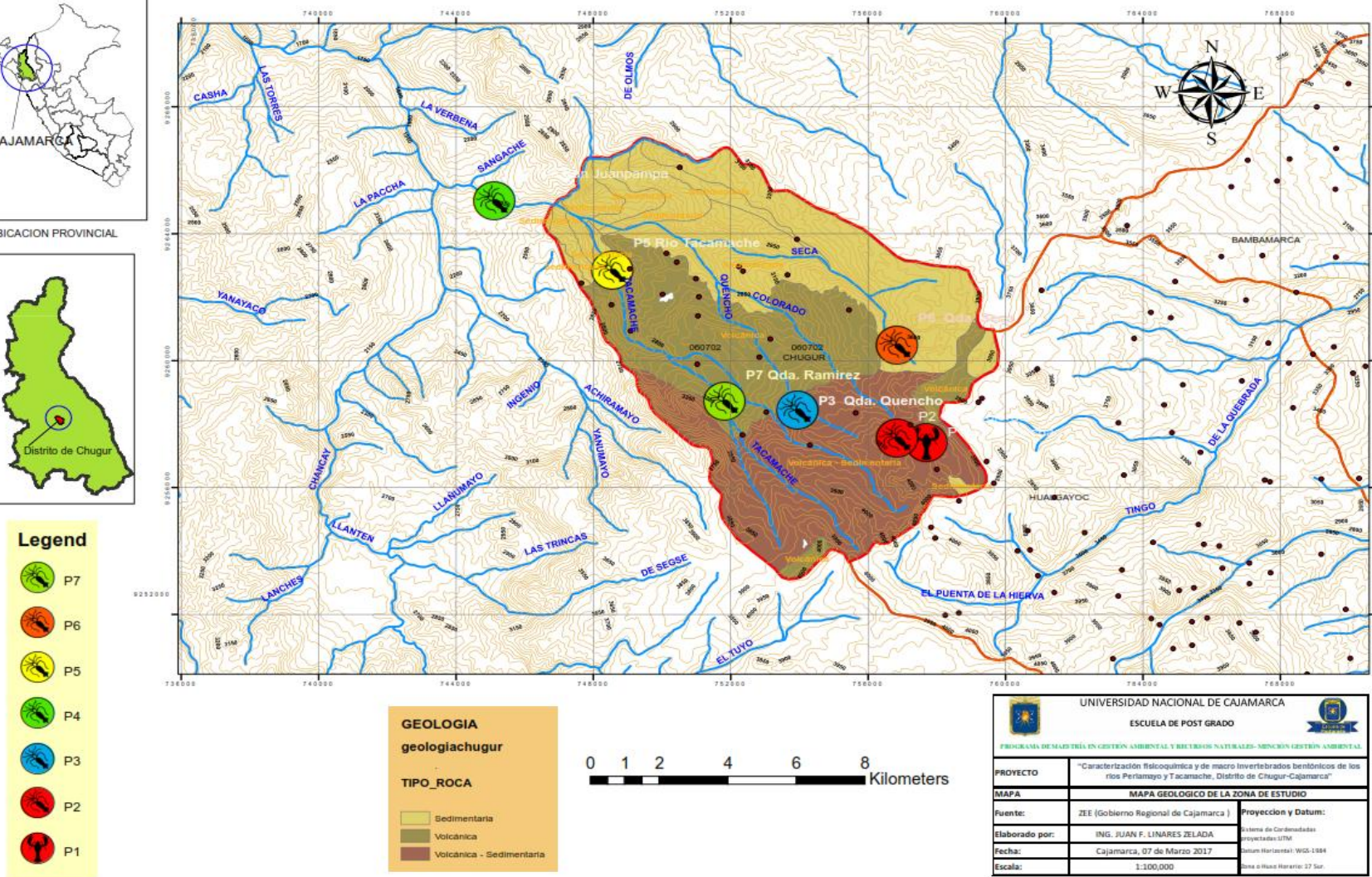
UBICACION DEPARTAMENTAL



UBICACION PROVINCIAL



MAPA GEOLOGICO DEL DISTRITO DE CHUGUR



- Legend**
- P7
 - P6
 - P5
 - P4
 - P3
 - P2
 - P1

GEOLOGIA geologiachugur

TIPO_ROCA

- Sedimentaria
- Volcánica
- Volcánica - Sedimentaria



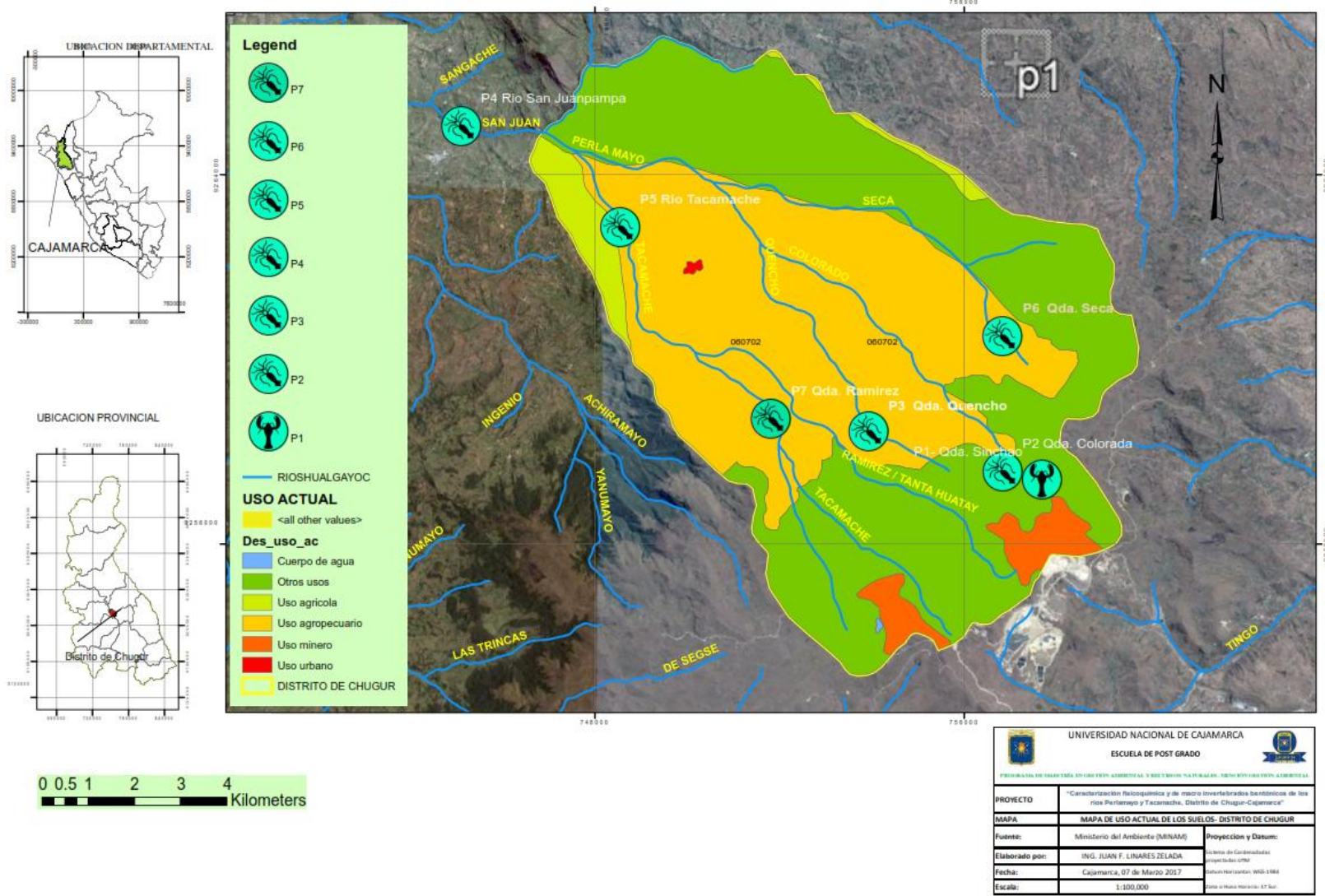
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POST GRADO		
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES-MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL		
PROYECTO	"Caracterización tectonoestratigráfica y de macro invertebrados bentónicos de los ríos Perlamayo y Tacamache, Distrito de Chugur-Cajamarca"	
MAPA	MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	
Fuente:	ZEE (Gobierno Regional de Cajamarca)	Proyección y Datum:
Elaborado por:	ING. JUAN F. LINARES ZELADA	Sistema de Coordenadas proyectadas UTM
Fecha:	Cajamarca, 07 de Marzo 2017	Datum Horizontal: WGS-1984
Escala:	1:100,000	Dato e Hora Horizontal: 27 Sur

Figura 5. Mapa geológico del área de estudio - Chugur.(Fuente: ZEE-OT. GORE).

3.1.9 Suelos.

La Clasificación de los suelos (figura 6), sobre bases puramente pedológicas conforma el agrupamiento fundamental, científico y natural del recurso suelo. Existen varios sistemas de clasificación de suelos que generalmente se basan en la morfología y la génesis (origen); es decir, en base a sus características físico-químicas y biológicas, así como por la presencia de distintos horizontes del perfil. Así mismo la información edáfica ha sido actualizada y adecuada a las normas establecidas por el Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Para la identificación de suelos, se ha tomado como referencia al estudio de suelos de Zonificación Ecológica económica y Ordenamiento territorial de la Región de Cajamarca, identificándose cuatro tipos de suelos en el distrito de Chugur, siendo estos, Paramosol-Leptosol, Paramo andosol – Leptosol, Paramo andosol, y Phaeozem-Leptosol. (Poma y Alcantara, 2004).

MAPA USO ACTUAL DE LOS SUELOS-DISTRITO DE CHUGUR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POST GRADO	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS AMBIENTALES	
PROYECTO	"Caracterización hidroquímica y de macroinvertebrados bentónicos de los ríos Perla Mayo y Tacamache, Distrito de Chugur-Cajamarca"
MAPA	MAPA DE USO ACTUAL DE LOS SUELOS- DISTRITO DE CHUGUR
Fuente:	Ministerio del Ambiente (MINAM) Proyección y Datum:
Elaborado por:	ING. JUAN F. LINARES ZELADA Sistema de Coordenadas proyectadas UTM
Fecha:	Cajamarca, 07 de Marzo 2017 Datum Horizontal: WGS 1984
Escala:	1:100,000 Tipo de Mapa: Horizontal: UTM

Figura 6. Mapa de capacidad de uso actual del área de estudio (Fuente:ZEE.OT.GORE).

3.2 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3 Parámetros fisicoquímicos

3.3.1 *Métodos*

La medición temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica se realizó in situ, con sonda multiparametro HI 9829 (anexo 7.7), mientras que los parámetros inorgánicos fueron realizados en el Laboratorio Regional del Agua - Gobierno Regional de Cajamarca ubicada en el Jr. Luis Alberto Sánchez S/N. Urb. El Bosque, Cajamarca – Perú. Presentados en los informes de ensayo (anexo 7.6).

En conformidad al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua (2016), se identificó el punto donde se va a monitorear, para ello se registró la información en la ficha de identificación de punto de monitoreo (anexo 1), además los parámetros a medir se anotaron en el registro de datos (anexo 2), adicionalmente la ubicación geográfica con la ayuda de un GPS Extrex Garmin portátil, el procedimiento de medición para cada parámetro se realizó de la siguiente manera.

3.3.2 *En campo.*

Temperatura, Conductividad eléctrica, pH, Oxígeno disuelto, de acuerdo a la ANA (2016), la medición de la temperatura se realizó de manera inmediata, para lo cual se realizó con Medidor multiparámetro de calidad de agua. Marca Hanna Modelo HI 9829, se introdujo al cauce, manteniéndose hasta lograr un dato estable.

3.3.3 Toma de muestra de agua superficial.

De acuerdo a la ANA (20016) la toma de muestra se realizó de la siguiente manera: se colocó botas de jebe y guantes antes de efectuar el procedimiento que consiste en coger el frasco , retirar la tapa y contratapa tratando de evitar el contacto con la parte interna del frasco, luego se enjuagaron los frascos, el recipiente se sumergió en dirección opuesta al flujo del agua evitando la remoción del sedimento, se preservaron de acuerdo al tipo de parámetro, siguiendo las instrucciones generales. Los preservantes usados fueron H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , $NaOH$, se rotularon los frascos, usando plumón de tinta indeleble y se cubrió la etiqueta con cinta adhesiva transparente, colocaron las muestras de agua preservadas y rotuladas, en un cooler con refrigerante (ice pack), para asegurar su llegada al laboratorio en condiciones de conservación.

3.3.4 Materiales y equipos.

Materiales.

En el siguiente listado se dan a conocer los materiales utilizados para la toma de datos de los parámetros fisicoquímicos y bióticos.

- Material Cartográfico.
- Se usó Formularios preparados para anotar la identificación y recuentos. Considerándose lista de taxa con espacios que se indica su presencia en la muestra para el recuento; también se usó programa de ordenador Excel, preparado mediante matrices, para la entrada directa de datos.
- Guía de identificación: macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología (Domínguez & Fernández, 2009).
- Tablero.

- Fichas de registro de campo.
- Libreta de campo.
- Etiquetas para la identificación de frascos.
- Formato Cadena de custodia.
- Soga.
- Balde plástico transparente.
- Cinta adhesiva.
- Plumón indeleble.
- buffers de pH y conductividad.
- bolsas ziploc para guardar envases de preservantes.
- Frascos de polietileno (primer uso).
- Guantes descartables.
- Coolers grande y pequeño.
- Refrigerantes.
- Reactivo para preservación de muestras (H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , $NaOH$).
- Pizeta.
- Gotero.
- Agua destilada.

Equipos.

- GPS Garmin etrex.
- Medidor multiparámetro de calidad de agua. Marca Hanna Modelo HI 9829, manual y especificaciones técnicas, (Anexo 7.7).
- Cámara Fotográfica.

- Equipos de protección personal (guantes, mascarilla, gafas).
- Lavatorio.
- Bandejas blancas de plástico (mínimo 30 x 20 cm).
- Tamices de 5 mm, 1 mm y 0,5 mm (Metodología Milimétricos).
- Placas Petri.
- Pinzas entomológicas y/o aspirador entomológico.
- Viales de plástico y otros recipientes con tapones herméticos.
- Contadores.
- Estéreo-microscopio.
- Rotulador resistente al agua

3.4 Sedimentos.

Los sedimentos fueron colectados en las orillas o en zonas de acumulación de este material, recolectados en bolsas ziploc con un peso aproximado de 01 kilogramo para cada punto de muestreo para luego codificarlos y etiquetarlos, y almacenarlos por un plazo no mayor a 24 horas, hasta su traslado al laboratorio para sus análisis respectivos.

3.5 Índices bióticos.

3.5.1 Metodología de colecta.

Para cada uno de los índices bióticos EPT, BMWP/Col, BMWP/Bol, CERA y ABI, se hizo la descripción de las características del río quebrada, identificando los tipos de hábitats y características principales. Se fijaron las muestras con alcohol a 90% para su análisis en laboratorio (Flores 2014).

3.5.2 *Técnicas de colecta.*

El muestreo en aguas de poca corriente o estancada se usó la red de mano de la misma manera que para aguas profundas. Se usó la red súbber modificada, para ello se coloca sobre el fondo y en contra de la corriente y con las manos se remueve el material del fondo, quedando atrapados los organismos en la red. Esta operación se repitió tres veces en cada estación de muestreo. El material colectado se vació en un recipiente (bolsa ziploc) preservando con alcohol al 90% para ser separado en el laboratorio. Adicionalmente, se recogieron piedras, ramas, hojas que hubo en el lugar. Así mismo se tuvo en cuenta de no muestrear después de lluvias intensas, pues puede haber pérdida de organismos locales o encontrarse otros arrastrados por la corriente.

En los ríos Perlamayo y Tacamache se muestrearon en ambas orillas, pues la fauna pudo ser diferente debido a la sombra, meandros, composición del fondo y eventual contaminación.

Se evitó muestrear en la confluencia inmediata de dos ríos, sino más abajo de la zona de mezcla. Con es el caso del río San Juan Pampa que es la confluencia de los ríos Perlamayo y Tacamache. y posterior análisis en el laboratorio. (Samanez et al., 2014).

3.5.3 *En laboratorio.*

Se lavaron y se cernieron para separar el sedimento fino y se procedió a observar en un microscopio/estereoscopio marca Olympus modelo SZ, para su identificación y luego fueron fotografiados los organismos colectados. La identificación de las muestras se utilizó el libro de Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología (Domínguez y Fernández, 2009).

Las muestras se preservaron en alcohol para la colección del laboratorio de ecología de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.6 Procesamiento de datos y análisis estadístico.

Se elaboró una matriz en Excel para la recolección de datos, clasificando y a la vez procesando información con los resultados de la investigación, para ello se utilizó la herramienta software Microsoft Excel 2016, así mismo también se usó el programa informático Arc Map 10.3, para la elaboración de información geográfica, mapas de ubicación, delimitación y mapas de índices bióticos.

Finalmente, el uso de programa estadístico IBM SPSS V.23. El Programa IBM SPSS Statistics Versión 23 es una aplicación para el análisis de datos de tipo estadístico. Que es utilizado por instituciones gubernamentales, empresas y centros de investigación de todo el mundo, mediante un análisis de regresión simple entre las variables dependientes e independientes definidas en el estudio.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de los parámetros fisicoquímicos.

4.1.1 Temperatura del agua.

La temperatura es factor relevante para la determinación de la calidad del agua que influye en la dilución de gases, así como la proliferación de microorganismos. En la figura 7 se indica un rango de variabilidad de la temperatura que van desde los 9.2°C hasta 15.15°C.

La variabilidad registrada es debido a la ubicación altitudinal de las estaciones de muestreo, parte alta a 3869 msnm y parte baja a 2208 msnm. El promedio de temperatura en el agua, en ambas sub cuencas durante la época de lluvia fue de 10.94°C, y para la época seca fue de 13.23°C. La variabilidad de temperatura en el agua, fue comparada con los rangos establecidos por el D.S N° 004-2017-MINAM, cumpliendo con respecto al promedio mensual multianual del área evaluada, y del rango incremental a partir de 3°C.

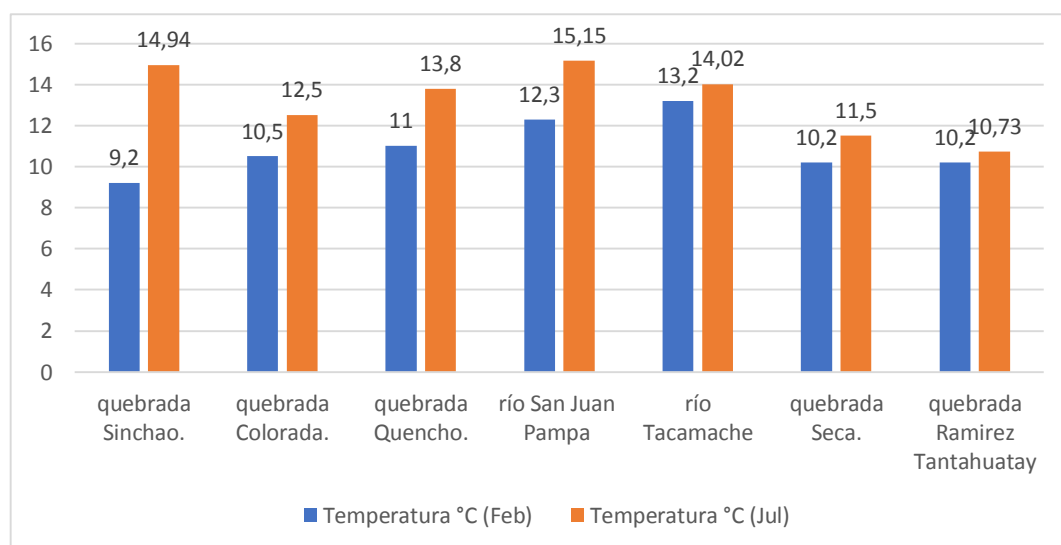


Figura 7. Temperatura promedio (febrero-julio, 2017).

4.1.2 Potencial de Hidrogeno (pH).

Los resultados registrados, son mostrados en la figura 8, los valores de pH, más ácidos durante las dos épocas fueron en las estaciones P1, con un valor 2,97, y en P2, con un valor de 3,0. y valores más alcalinos se registraron en las estaciones P5, con 9,1 y P6, con 9,2, en ambas estaciones no cumple el ECA nacionales destinada para agua de riego y bebida de animales, categoría 3, según el D.S N° 004-2017- MINAM. Esta variabilidad en los rangos de pH acido se debe a la presencia de pasivos ambientales mineros (PAM) (Herrera, 2013) en la zona de estudio, mientras que las aguas altamente alcalinas se deben a la presencia de rocas calizas en las proximidades de las estaciones P4 y P6. Debido a las Características geológicas del área de estudio” (Poma y Alcantara, 2004).

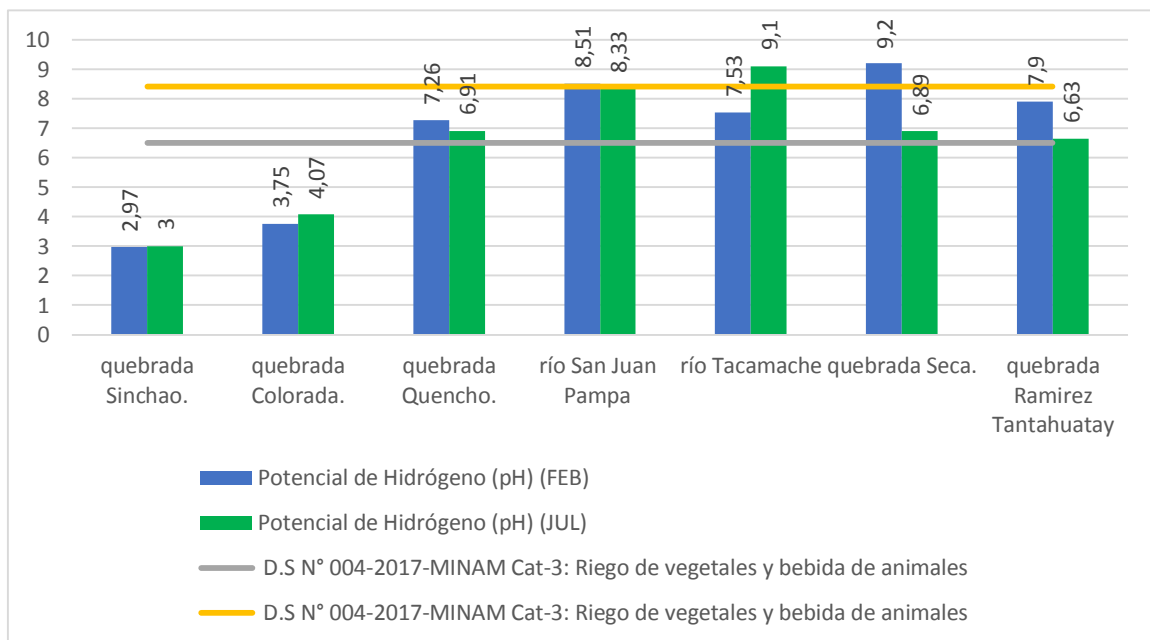


Figura 8. Valores de pH (febrero-julio, 2017).

4.1.3 Conductividad.

Los mayores valores de conductividad, se registraron en época de estiaje (mes de Julio 2017), principalmente en la estación P1 quebrada Sinchao, con un valor de 1734 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la estación se encuentra influenciada por pasivos ambientales mineros (PAM), (Herrera, 2013), que descargan aguas cerca de esta estación y tienen un alto impacto ambiental. Sin embargo, para las 7 estaciones cumplen con el ECA de acuerdo D.S N°004-2017 MINAM- Categoría 3., valores que son mostrados en la figura 09.

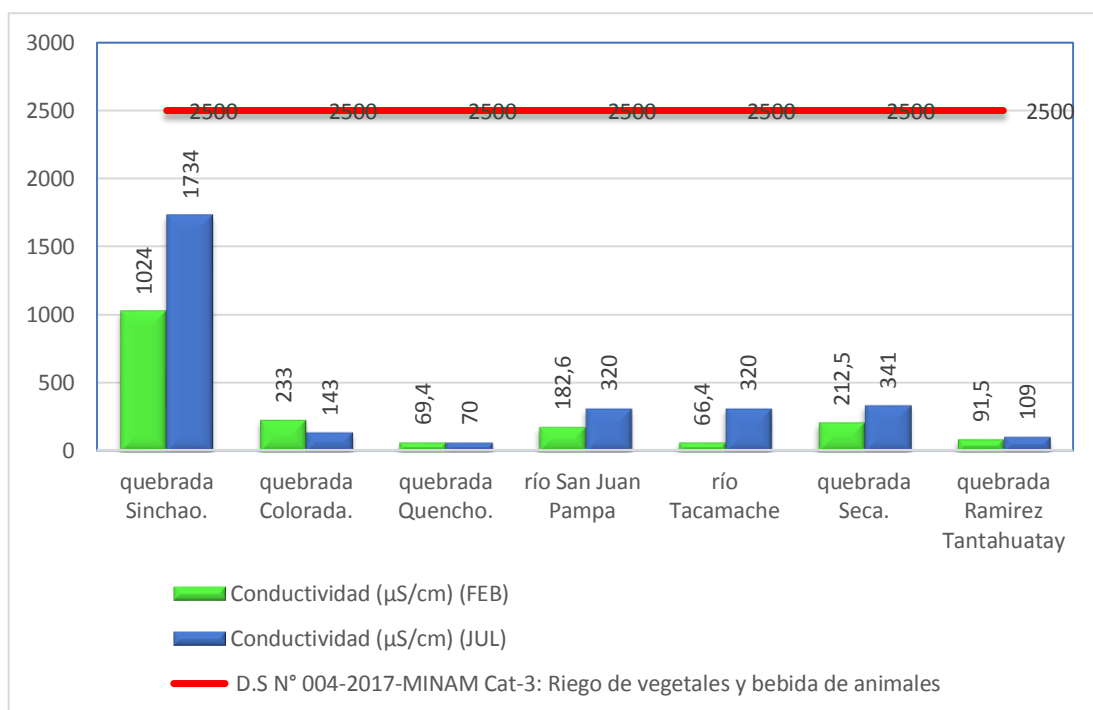


Figura 9. Valores de conductividad (febrero-julio, 2017).

4.1.4 Oxígeno disuelto.

La concentración de oxígeno disuelto, está en función de la temperatura, presión atmosférica y salinidad del agua. Los valores de oxígeno disuelto (figura 10), fueron similares en todas las estaciones en dos épocas de evaluación. El valor más bajo 2,32 mg/L, se registró en P6, Qda. Seca, perteneciente al río Perlamayo, lo cual no cumple con el ECA, de acuerdo al D.S N°004-2017 MINAM- Categoría 3, debiéndose a procesos de eutrofización del agua, limitando el desarrollo de los macroinvertebrados por condición de hipoxia, como se pudo verificar en los resultados de los Índices Bióticos. (Paredes, et al. 2004).

Asi mismo Alberto, (2009), el oxigeno disuelto es la cantidad de oxígeno en el agua, la cual es un indicador de la calidad de agua, es decir indica que tan contaminada está el agua, por tanto es un parámetro de gran importancia. También, para Álvarez y Pérez (2007), el OD constituye un indicador del soporte del agua a la vida vegetal y animal, menciona también que este indicador está muy relacionado con la temperatura del agua, ya que menor temperatura mayor cantidad de oxigeno hay.

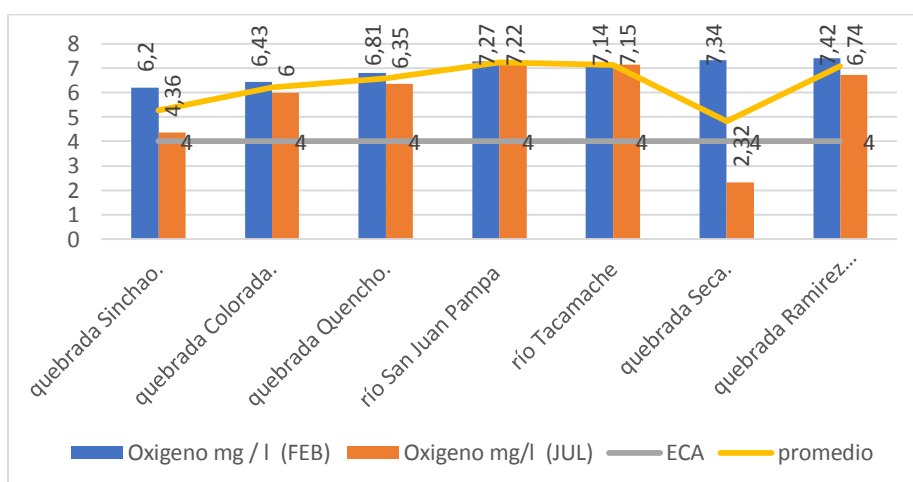


Figura 10. Oxígeno disuelto (febrero-julio, 2017).

4.1.5 Resultados en parámetros Inorgánicos en época de lluvia (tabla 6).

Los resultados obtenidos en el Laboratorio Regional del Agua, para la época de lluvia en el punto de monitoreo P1 que corresponde a la quebrada Sinchao, afluente al río Perlamayo, mostraron concentraciones de Cadmio(Cd), con un valor de 0,1 mg/L, en Cobre (Cu) de 14,28 mg/L, y en Hierro (Fe) de 57,51mg/L. en Manganeso (Mn) de 5,405 mg/L en Níquel de 0,392 mg/L, en Plomo (Pb) de 0,084 mg/L y en Zinc (Zn) con 6,85 mg /L. En el punto de monitoreo P2 (Quebrada Colorada) para concertaciones de manganeso (Mn) con un valor de 0,506 mg/L, no cumplió con el ECA, según el D.S N° 004-2017- MINAM. Y para las demás estaciones P3, P4, P5, P6 y P7 cumplió con el ECA nacional y otros metales por debajo de límites de detección del equipo de laboratorio (LCM).

Los valores registrados en las estaciones P1 y P2, para los metales citados, indicarían una alta contaminación de las aguas en estas quebradas debido a la presencia de pasivos ambientales mineros (PAM), los cuales no tienen medidas de remediación, además con los resultados obtenidos de puede afirmar que existiría una tendencia de disminuir la concentración de los metales tóxicos como el Cu y el Fe durante el transcurso de recorrido del río Perlamayo en las estaciones P3y P6. Sin embargo, las aportaciones de Cu, Fe y Ni y Mn, son importantes tener en cuenta debido al nivel tóxico de estos metales presente en la cuenca de río Perlamayo y deben ser determinadas en otros estudios.

4.2 Resultados de parámetros Inorgánicos en época seca (tabla 7).

Los resultados obtenidos durante la época seca (Julio 2017) en el punto de monitoreo P1 (quebrada Sinchao) la concentración de los metales pesados Aluminio (Al) con un valor de 13,69 mg/L. Cadmio (Cd) con un valor de 0,1 mg/L, Cobre (Cu) con un valor de 22,21 mg/L y Hierro (Fe) con un valor de 49,47 mg/L, manganeso (Mn) con un valor de 15,81 mg/L, y Zinc (Zn) con un valor de 14,83 mg/L. En la estación de monitoreo P2, las concentraciones de Manganeso (Mn) con un valor de 0,28 mg/L, y en las demás estaciones P3, P4, P5, P6 y P7 las demás concentraciones de metales pesados están por debajo del ECA Nacional y también por debajo de límites de detección del equipo de laboratorio (LCM).

Las disminuciones ligeras de las concentraciones de estos metales se deben a la dilución y movilidad durante la época seca, en las estaciones de monitoreo P1 y P2. Sin embargo, es preocupante debido a que se mantienen las concentraciones de metales pesados y afectaría hacia las partes bajas de la sub cuenca del río Perlamayo. Una de las principales causas sería la presencia de los pasivos ambientales mineros (PAM), y los trabajos de expansión minera desarrollada actualmente en la cabecera de cuenca del distrito de Chugur.

Tabla 6. Resultados de los análisis en laboratorio (febrero, 2017).

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales(*)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Fisicoquímicos									
pH.	Unidad	6,5 – 8,5	2,970	3,750	7,260	8,510	7,530	9,200	7,900
Sulfatos	mg/L	1 000							
Temperatura	°C	Δ 3	9,200	10,500	11,000	12,030	13,200	10,200	10,200
Inorgánicos									
Aluminio	mg/L	5,00	1,620	0,609	(-)	0,031	0,025	(-)	0,054
Arsénico	mg/L	0,1	0,196	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Bario	mg/L	0,7	0,017	0,028	0,020	0,022	0,021	0,029	0,021
Berilio	mg/L	0,1	0,005	0,003	0,004	(-)	(-)	(-)	(-)
Boro	mg/L	1	0,087	0,038	0,049	0,070	0,054	0,063	0,051
Cadmio	mg/L	0,01	0,044	0,003	(-)	(-)	(-)	0,002	(-)
Cobre	mg/L	0,2	14,280	0,148	(-)	0,039	0,020	(-)	(-)
Cobalto	mg/L	0,05	0,038	0,024	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Cromo Total	mg/L	0,1	0,015	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Hierro	mg/L	5	57,510	0,514	0,073	0,155	0,103	0,021	0,090
Litio	mg/L	2,5	0,007	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Magnesio	mg/L	**	4,016	1,646	1,239	1,941	1,026	2,030	1,608
Manganeso	mg/L	0,2	5,405	0,506	0,013	0,038	0,014	(-)	0,029
Níquel	mg/L	0,2	0,392	0,044	(-)	0,004	(-)	(-)	(-)
Plomo	mg/L	0,05	0,084	0,009	(-)	0,003	0,004	(-)	0,004
Selenio	mg/L	0,02	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Zinc	mg/L	2	6,850	0,754	(-)	0,025	(-)	(-)	(-)

(-) Menor al límite de cuantificación del método (LCM)

(*) Estándares de calidad ambiental (ECA)-D.S N°004-2017-MINAM).

(**) No considerados valores en los estándares de calidad ambiental.

(***) Datos de los informes de ensayo, analizados en el laboratorio Regional del Agua.

Tabla 7. Resultados de los análisis en laboratorio (julio, 2017).

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales(*)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Fisicoquímicos									
pH.	Unidad	6,5 – 8,5	3,00	4,07	6,91	8,33	9,1	6,89	6,63
Sulfatos	mg/L	1 000							
Temperatura	°C	Δ 3	14,94	12,5	13,8	15,15	14,02	11,5	10,73
Inorgánicos									
Aluminio	mg/L	5	13,69	2,25	0,08	0,12	0,62	0,06	0,38
Arsénico	mg/L	0,1	0,02	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Bario	mg/L	0,7	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03
Berilio	mg/L	0,1	0,004	(-)	0,007	(-)	(-)	(-)	(-)
Boro	mg/L	1	0,65	0,1	0,09	0,17	0,08	0,09	0,07
Cadmio	mg/L	0,01	0,1	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Cobre	mg/L	0,2	22,21	0,13	(-)	0,02	(-)	(-)	0,09
Cobalto	mg/L	0,05	0,04	0,01	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Cromo Total	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Hierro	mg/L	5	49,47	0,38	0,14	(-)	0,09	0,07	0,04
Litio	mg/L	2,5	0,01	(-)	(-)	0,01	(-)	(-)	(-)
Magnesio	mg/L	**	8,61	1,04	1,26	2,52	1,89	3,05	1,33
Manganeso	mg/L	0,2	15,81	0,28	0,02	0,01	0,04	0,04	0,02
Níquel	mg/L	0,2	0,05	0,00	0,00	(-)	(-)	(-)	(-)
Plomo	mg/L	0,05	0,04	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Selenio	mg/L	0,02	0,05	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Zinc	mg/L	2	14,83	0,22	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

(-) Menor al límite de cuantificación del método < (LCM)

(*) Estándares de calidad ambiental (ECA)-D.S N°004-2017-MINAM).

(**) No considerados valores en los estándares de calidad ambiental.

(***) Datos de los informes de ensayo, analizados en el laboratorio Regional del Agua.

4.3 Resultados en sedimentos.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, para metales pesados en sedimentos, han sido comparado con el ECA canadiense TEL (Threshold Effect Level), debido que, en Perú, no se cuentan con una normatividad para su comparación. El muestreo y análisis de sedimentos solo se realizó durante la época de lluvia en las 7 estaciones de muestreo, y una adicional solo para sedimentos denominada como PS8, ubicado en la quebrada Las Gradadas. (Tabla 8).

4.3.1 Arsénico (As).

En la tabla 9 se indica, en P1 se obtuvo un valor de 4250 mg/kg, en la estación P2, 429,90 mg/kg. en la estación PS3 11,70 mg/kg. en la estación P7, 19,60 mg/kg. Y en PS8, un valor de 683,80 mg/kg. Siendo el ECA canadiense para Arsénico (As) de 5,90 mg/kg.

Esto es preocupante debido la toxicidad de este elemento. Para las demás estaciones se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, figura 11. El valor más alto obtenido es 4250 mg/kg en la estación P1 y el valor más bajo se obtuvo con 11,70 mg/kg para la estación P7, Existe una notable tendencia a reducir la concentración de arsénico conforme hay una baja altitudinal entre estaciones por lo que se evidencia que no hay aportaciones de este elemento entre las estaciones de muestreo.

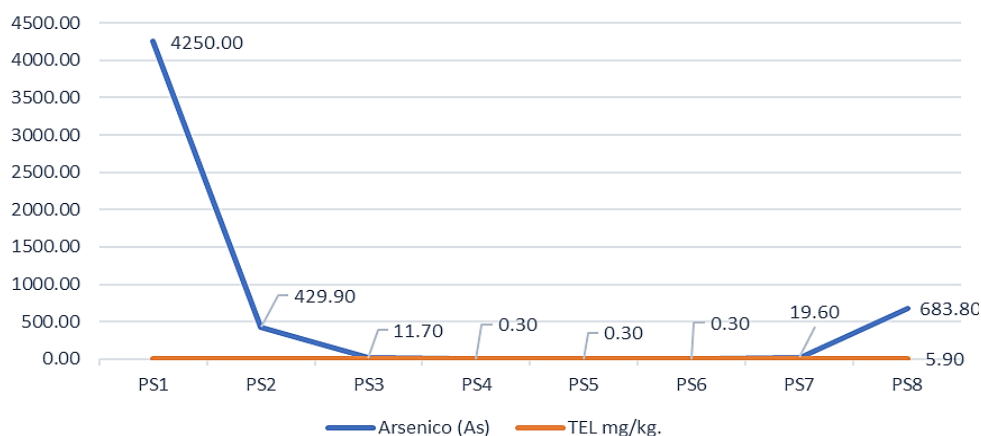


Figura 11. Arsénico(As) -ECA canadiense (TEL).

4.3.2 Cadmio (Cd).

En la tabla 9 se indica, con respecto al Cadmio (Cd) los valores más altos durante el estudio son en las estaciones P1 con un valor de 55,80 mg/kg, en la estación P2 9,2 mg/kg, en PS3 con un valor de 6,05 mg/kg y para la estación P4 con un valor de 21,20 mg/kg. superaron el ECAs canadienses figura 12. Esto es algo interesante ya que P3 ha sido definida para este estudio como una estación de referencia por no tener impactos mineros aguas arriba, lo que indicaría otras posibles fuentes de emisión de este compuesto o por sus propias características geológicas de la zona lo que se tendrían que determinar en otros estudios para determinar su procedencia.

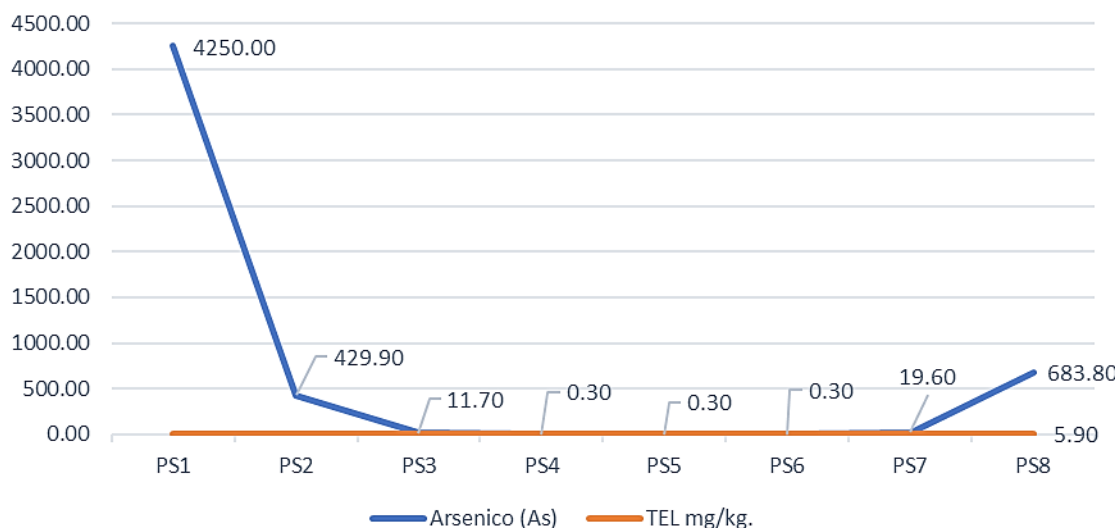


Figura 12. Cadmio (Cd)-ECA canadiense (TEL).

4.3.3 Cobre (Cu).

Como se puede observar en la tabla 9 las mayores concentraciones del Cu se encuentran en PS1 con 7780 mg/kg, en PS2 182 mg/kg y en la estación PS8 con 381 mg/kg. La concentración promedio nos indica que P1 durante todo el muestreo presentó la mayor concentración de Cu (como en el As y Cd) y es seguida por P2 y P8 esto se debe a que estas dos últimas estaciones se encuentran influenciadas por pasivos mineros, la presencia de actividad minera y el movimiento de tierras en la zona aportarían este

mineral. superando el ECA canadiense, El valor más bajo se presentó en la estación P5 0,12 mg/kg. figura 13. No se evidenció una tendencia a la disminución de este metal entre estaciones ya que hay aportantes de este mineral entre la parte alta y media de los ríos Perlamayo y Tacamache.

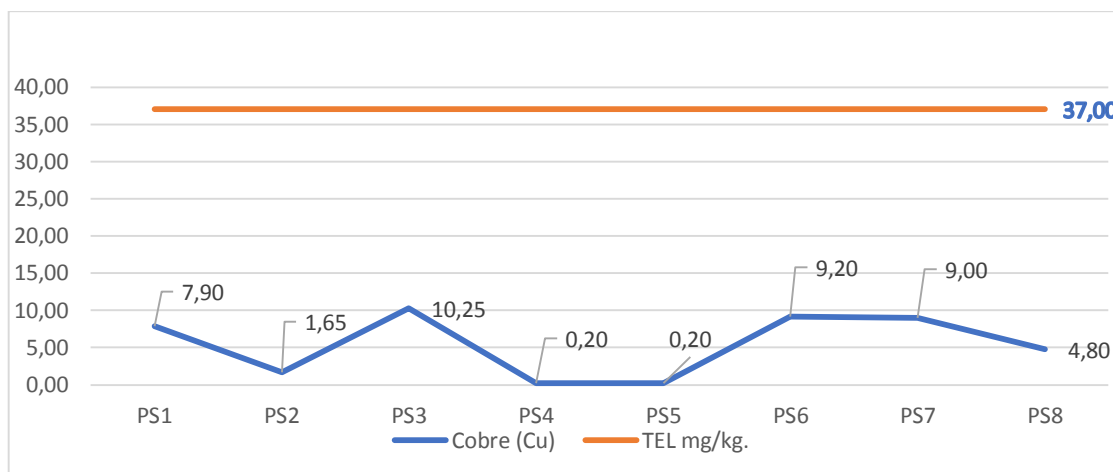


Figura 13. Cobre (Cu)-ECA canadiense (TEL).

4.3.4 Plomo (Pb).

Como se puede apreciar en la tabla 9 los valores de Pb obtenidos superan los ECA canadienses para sedimentos. Las concentraciones de Pb para las estaciones P3 con 512,2 mg/kg. la estación P2 con una concentración de 132,80 mg/kg. Para la estación P3 con una concentración de 36,90 mg/kg. y la estación P8 con una concentración de 73 mg/kg. y el valor más bajo durante el estudio se presentó en P5 con una concentración de 3,22 mg/kg. Siendo el ECA canadiense de 35 mg/kg. Se puede indicar que en el caso del Pb presenta una concentración significativa tóxica en las estaciones P1 y P2 las cuales están directamente influenciadas con la presencia de pasivos ambientales mineros (PAM), figura 14.

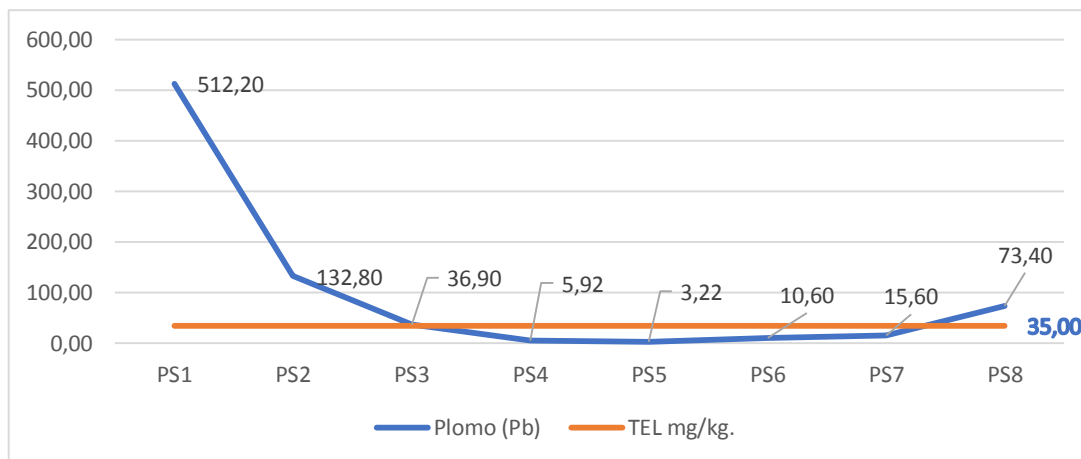


Figura 14. Plomo (Pb)-ECA canadiense (TEL).

4.3.5 Zinc (Zn).

Como se observa en la tabla 9 para el Zinc ninguno de los valores obtenidos supero los ECA para sedimentos canadienses esto a pesar que es el metal con mayor concentración en casi todas las estaciones de muestreo. Los valores más altos durante todo el estudio para el Zinc se presentaron en P1 con una concentración de 1054 mg/kg. En la estación P2 con una concentración de 296,7 mg/kg. y para la estación P7 con una concentración de 206 mg/kg siendo el ECA canadiense de 120 mg/kg, figura 17. El valor más bajo se obtuvo en P8 con una concentración 47 mg/kg. y para el resto de estaciones se encuentran por debajo de los límites de detección. Para este metal debido a sus altas concentraciones presentan una significancia alta en cuanto a su toxicidad por su alta concentración por encima de 120 mg/kg. Debido principalmente a su influencia con los pasivos ambientales mineros (PAM) y actividades antrópicas actualmente desarrolladas en la zona de estudio.

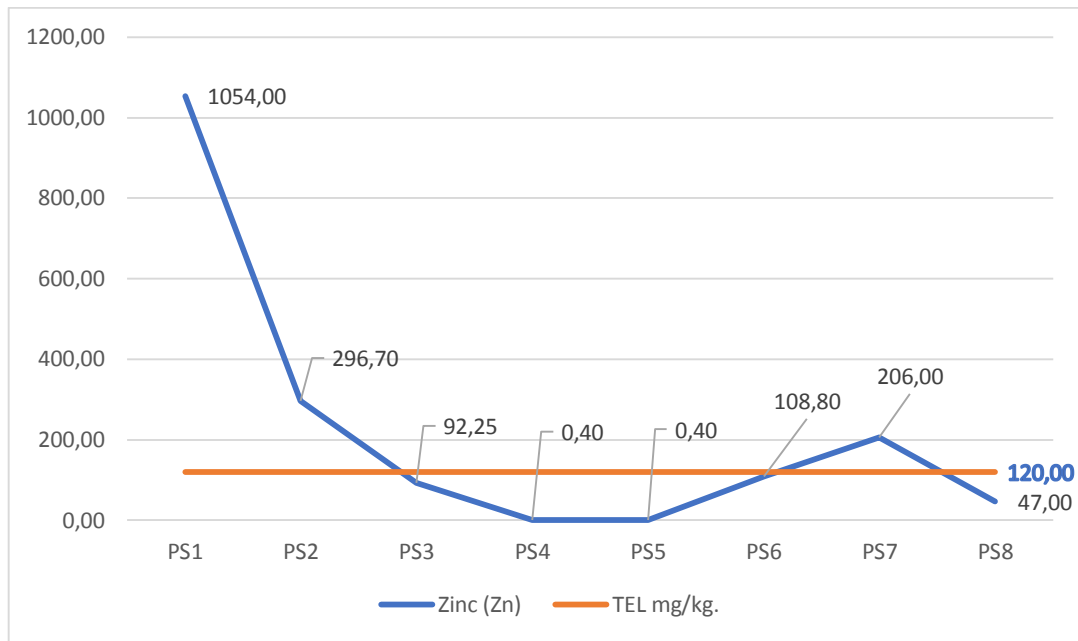


Figura 15. Zinc (Zn)-ECA canadiense (TEL).

Tabla 8. Ubicación de la estación adicional para sedientos (febrero, 2017).

Punto	Lugar	Coordenada Este (UTM) WGS84	Coordenada Norte (UTM) WGS84	Altitud (msnm)
P8	Quebrada Las Gradass.	756026	9256059	3730m



Figura 16. Punto de muestreo adicional P8 quebrada Las Gradass.

Tabla 9. Valor ECA canadiense (TEL) sedimentos (febrero, 2017).

GRUPO	SUSTANCIA	TEL (*) mg/kg.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
METALES Y METALOIDES	Arsénico	5.9	4250,00	429,90	11,70	(-)	(-)	(-)	19,60	683,80
	Cadmio	0.6	55,80	9,20	6,05	(-)	(-)	(-)	(-)	21,20
	Cromo	37	7.9	1,65	10,25	(-)	(-)	9,20	9,00	4,80
	Cobre	36	7780,00	182,00	25,90	0,15	0,12	3,40	26,60	381,60
	Plomo	35	512,20	132,80	36,90	5,92	3,22	10,60	15,60	73,0
	Níquel	ND	16,60	(-)	9,40	(-)	(-)	8,60	14,00	5,40
	Zinc	120	1054,00	296,70	92,25	(-)	(-)	108,80	206,00	47,00

(*) TEL: threshold effect level. (nivel de efecto de umbral.) (Fuente: Criteria for the assesment of freshwater sediment quality concentration mg/kg).

4.4 Resultados de los índices bióticos.

Se evaluó la sensibilidad de los macro invertebrados de acuerdo a sus niveles de tolerancia. A continuación, se presentan los resultados de la calidad ecológica de las sub cuencas de los Ríos Perlamayo y Tacamache para cada uno de los índices bióticos analizadas para la época de lluvia y época seca, febrero y julio del 2017.

4.4.1 Resultados para el índice biótico EPT.

Los resultados durante las dos épocas, para el índice biológico EPT, podemos concluir que presentan limitaciones en sus hábitat en las subcuencas de los ríos Perlamayo y Tacanche en las estaciones P1, P2 y P6, con respecto al nivel de calidad para EPT, en ausencia de estos ordenes en ambas épocas de evaluación. Debiendo principalmente que los cauces de estas quebradas están directamente influenciados por la existencia de pasivos ambientales mineros. Que alteran la calidad de las aguas de estas quebradas.

Durante la época de lluvia, en la estación de monitoreo P3, quebrada Quencho, se encontraron, especies del orden Ephemeroptera con las familias Baetidae y Leptohephidae, orden Plecoptera con la familia Gripopterygidae y orden Trichoptera con la familia Leptoceridae, se obtiene un puntaje de 4, correspondiendo un nivel de calidad “pobre”.

Para la estación P4. río San Juan Pampa, en la evaluación durante la época de lluvia, se encontraron las especies del orden Ephemeroptera, con la Familia Baetidae, el orden Plecoptera con la familia Perlidae, obteniendo un puntaje de 2, y de acuerdo al nivel de calidad para EPT, es “pobre”.

Para la estación P5, río Tacamache, en la evaluación durante la época de lluvia, se encontraron especies del orden Ephemeroptera, con dos familias Baetidae y Leptophlebiidae, obteniendo un puntaje de 2, determinando que el nivel de calidad EPT, es “pobre”,

Finalmente en la estación P7. quebrada Ramírez Tantauay, en la evaluación durante la época de lluvia se encontraron las especies del orden de Ephemeroptera con una familia Baetidae, con el orden Trichoptera con dos familias Hydropsychidae y Helicopsychidae, y ausencia del orden Plecoptera, obteniendo un puntaje de 3 y de acuerdo al nivel de calidad EPT, es “pobre”.

Concluyendo que de acuerdo a la valoración del índice biótico EPT, en ambas épocas de muestreo su calidad ecológica es POBRE, debido a que este tipo de especies son altamente sensibles en aguas muy contaminadas comprobado con los resultados obtenidos.

Caso similar al obtenidos en el estudio de “Biomonitoreos con macro invertebrados bentónicos para evaluar las condiciones del agua del río grande en la Provincia de Cajamarca-Perú, 2016” donde los resultados promedio del índice EPT obtuvieron un valor promedio de la cuenca de 3 lo que indicaría aguas fuertemente contaminadas. (Leiva y Miguel, 2017).

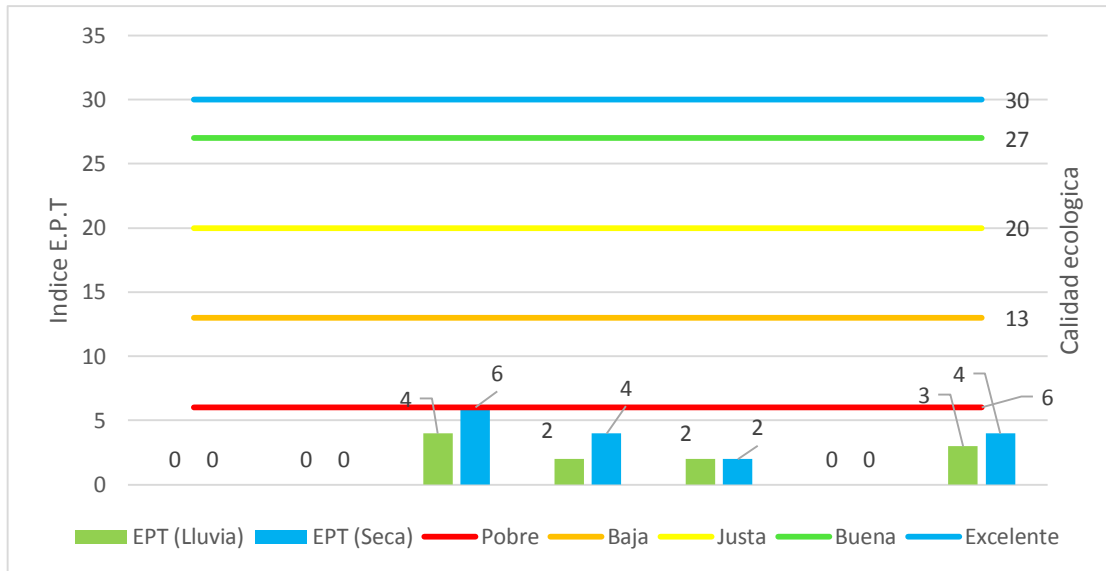


Figura 17. Índice ecológico EPT (febrero-julio, 2017).

4.4.2 Índice de Monitoreo Biótico adaptado para Colombia (por sus siglas en inglés *BMWP/Col*).

Este índice hace referencia para la evaluación de la calidad ecológica de los ríos al número de familias, a una clase, a una calidad y su significado. Concluyendo que durante la época de lluvia en el P1 que corresponde a la quebrada Sinchao, fueron identificadas 02 familias Chironomidae y Hyalellidae, obteniendo un puntaje de 9 que corresponde a una clase V, una calidad muy crítica significando que son Aguas fuertemente contaminadas. Y en la época seca no hubo presencia alguna de ningún tipo de macro invertebrados confirmando el alto grado de contaminación.

En el P2 que corresponde a la quebrada colorada se identificaron 5 familias, Ceratopogonidae, Chironomidae, Dixidae, Elmidae y Tipulidae, obteniendo un puntaje de 21 que corresponde a una clase IV, una calidad crítica, significando

que son aguas muy contaminadas. Y durante la época seca se mantuvo esta condición.

En el P3 que corresponde a la quebrada el Quencho, indicada com punto de referencia durante el estudio, fueron identificadas 15 familias Glossosomatidae, Baetidae, Chironomidae, Elmidae, Empididae, Hyalellidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Scirtidae. Simuliidae, Xiphocentronidae, obtuvo un puntaje de 104 que corresponde a una clase I, una calidad buena, significando Aguas muy limpias a Limpias. Y durante la época de estiaje se identificaron 12 familias obteniendo un puntaje de 88 que corresponde a una Clase II, una calidad de Aceptable, significando que son aguas muy limpias a Limpias.

En el P4 que corresponde a la unión de los ríos Perlamayo y Tacamache para formar el río San Juan Pampa, se identificaron 10 familias Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Empididae, Gyrinidae, Leptoceridae, Perlidae, Scirtidae. Tipulidae, obteniendo un puntaje de 59 que corresponde a una clase III, una calidad Dudosa, significando Aguas moderadamente contaminadas. Y durante la época de seca se identificaron 8 familias obteniendo un puntaje de 47, manteniendo la misma condición de Aguas moderadamente contaminadas.

En el P5 que corresponde al río Tacamache, se identificaron 5 familias Baetidae, Chironomidae, Leptophlebiidae, Simuliidae y Tipulidae, obteniendo un puntaje de 29, que corresponde a una clase IV, una calidad crítica, significando Aguas Muy contaminadas, manteniendo la misma condición para la época seca.

En el P6 que corresponde a la quebrada. Seca, se identificaron 6 familias, Chironomidae, Elmidae, Planorbiidae, Scirtidae. Simuliidae, Tipulidae, obteniendo un puntaje de 31, que corresponde a una clase IV, una calidad crítica, significando Aguas Muy contaminadas. Y durante la época seca se identificó la familia Hyalellidae, obtenido un puntaje de 37 que corresponde a una clase III, una calidad dudosa, significando Aguas Muy contaminadas.

En el P7 que corresponde a la quebrada Ramírez Tantahuatay, se identificaron 7 familias, Dytiscidae, Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, Hydropsychidae, Tipulidae, obteniendo un puntaje de 35, que corresponde a una clase IV, una calidad crítica, significando Aguas Muy contaminadas. Y durante la época seca se mantuvo esta condición.

Para la determinación de la calidad ecológica para el índice BMWP Col, obtuvo un puntaje promedio de 41 para los 7 puntos de muestreo en la sub cuenca de los ríos Perlamayo y Tacamache, que corresponde a una clase III, siendo una calidad dudosa, significando Aguas moderadamente contaminadas.

En los resultados obtenidos para determinar calidad del agua utilizando Macroinvertebrados, su presencia o ausencia aplicando el índice biológico BMWP / Col, se observa que el número de familias decrece a medida que las condiciones de calidad disminuyen, esto guarda relación con lo expuesto por (Perez, Benetti, & Garrido, 2013), indicando que el aumento del caudal ya sea por temporalidad o perturbaciones antropogénicas produce el arrastre de MIB, disminuyendo la comunidad.

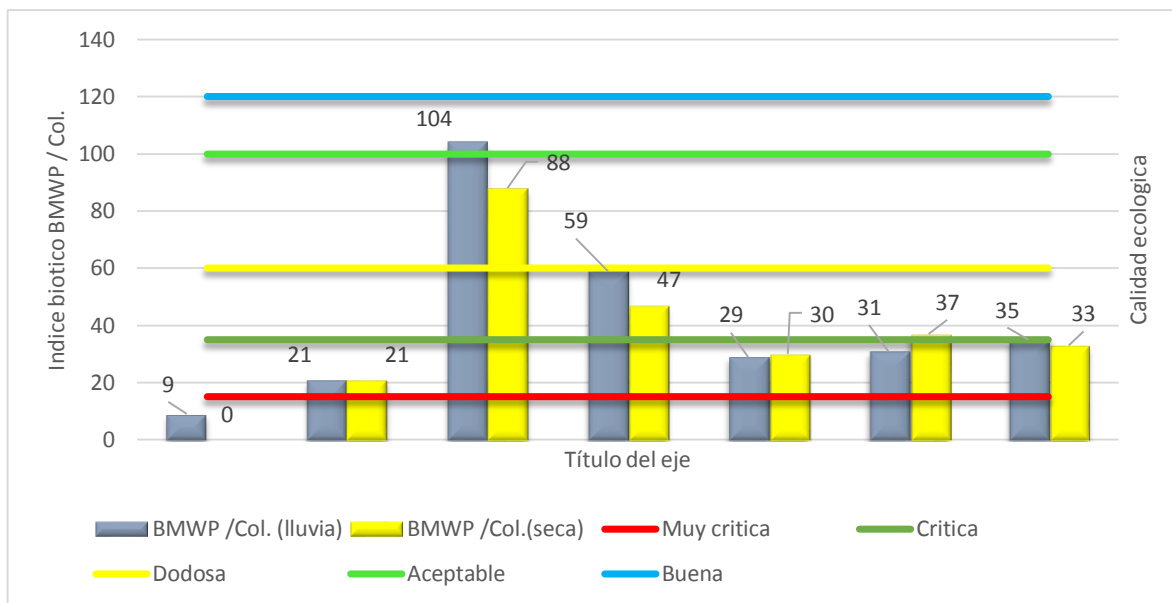


Figura 18. Índice ecológico BMWP/Col (febrero-julio, 2017).

4.4.3 Índice de Monitoreo Biótico adaptado para Bolivia (por sus siglas en inglés *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, este índice hacer referencia para la evaluación de la calidad ecológica de los ríos al número de familias, a una clase, a una calidad y su significado.

En el punto de monitoreo P1 que corresponde a la quebrada Sinchao, durante la época de lluvia, hubo presencia de los órdenes Amphipoda y Díptera con dos familias Hyalellidae, y Chironomidae, obteniendo un puntaje de 6 que corresponde a una clase V, indicando una calidad Muy crítica significando que son aguas fuertemente contaminadas, y durante la época de seca, hubo ausencia de especies, manteniendo esta condición.

En el P2, que corresponde a la quebrada Colorada, durante la época de lluvia, se identificaron ordenes Oligochaeta, Coleoptera con la familia Elmidae, Diptera con 03 familias Tipulidae, Ceratopogonidae, Dixidae y Chironomidae, con un puntaje de 23, que corresponde a una clase IV, indicando una calidad crítica, significando que son aguas muy contaminadas. Manteniéndose esta misma condición durante la época seca.

En el punto P3, que corresponde a la quebrada Quencho, durante la época de lluvia se identificaron los órdenes Amphipoda con la familia Hyalellidae, Ephemeroptera con las familias Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Plecoptera con la familia Gripopterygidae, Trichoptera, con las familias Leptoceridae, Hidroptilidae, Hydrobiosidae, Glossosomatidae, Hydropsychidae, Coleoptera con las familias Scirtidae (Helodidae), Elmidae, y Diptera con las familias Empididae Chironomidae, obteniendo un puntaje de 99, que corresponde a una clase II, indicando una calidad Aceptable, significando aguas muy limpias a limpias. Durante la época seca obtuvo un valor de 89, manteniendo la misma conducción.

Para el P4 que corresponde al río San Juan Pampa, durante la época de lluvia se identificaron los órdenes Oligochaeta, Ephemeroptera con la familia Baetidae, Plecoptera con la familia Gripopterygidae, Trichoptera con la familia Leptoceridae, Coleoptera con las familias Scirtidae (Helodidae), Elmidae, Gyridae y Diptera con las familias Tipulidae, Ceratopogonidae, Empididae Chironomidae, obteniendo un puntaje de 56, que corresponde a una clase III, indicando una calidad dudosa, significando aguas contaminadas. Y durante la

época seca, obtuvo un valor de 47, que corresponde a una clase III, manteniendo la misma condición.

Para el P5, que corresponde a río Tacamache, durante la época de lluvia se identificaron los órdenes Oligochaeta, Ephemeroptera con las familias Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae, Diptera con las familias Simuliidae, Tipulidae, Chironomidae, obteniendo un puntaje de 30, que corresponde a una clase IV, indicando una calidad crítica, significando aguas muy contaminadas. Durante la época seca se obtuvo un puntaje de 26, con lo cual mantuvo la misma condición.

Para el P6, que corresponde a la quebrada Seca, durante la época de lluvia se identificaron los órdenes Oligochaeta, Gasteropoda con la familia Planorbidae, Coleoptera con las familias Scirtidae (Helodidae), Elmidae , y Diptera con las familias Simuliidae, Tipulidae, Chironomidae, con un puntaje de 32, que corresponde a una clase IV, indicando una calidad Crítica, significando aguas muy contaminadas. Durante la evaluación en la época seca, se obtuvo un puntaje de 27, manteniendo esta misma condición.

Para el P7, que corresponde a la quebrada Ramírez Tantahuatay, durante la época de lluvia se identificaron ordenes Oligochaeta, Ephemeroptera con la familia Baetidae, Plecoptera, con la familia Gripopterygidae, Trichoptera con la familia Helicopsychidae, Hydropsychidae, Coleoptera, con la familia Elmidae, Dytiscidae, y Diptera, con las familias Tipulidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, con un puntaje de 50, que corresponde a una clase III, indicando una calidad dudosa, significando aguas contaminadas. Y durante la época seca se obtuvo un puntaje de 46, manteniendo esta misma condición.

En general, se observó que la composición de órdenes y familias de macroinvertebrados bentónicos fue similar en ambas épocas de estudio (seca y lluviosa); sin embargo, hubo diferencias notables con respecto a los valores de abundancia puesto que los niveles altos de agua (aumento del caudal) condicionan una baja abundancia de organismos en las comunidades de macroinvertebrados, y los niveles bajos (disminución del caudal) permiten la recuperación del número de individuos, a una posterior estabilidad de la comunidad. Además, la composición de macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos está influenciada principalmente por la calidad y naturaleza mineral del sustrato y la velocidad de corriente, como lo establece (Jacobsen, 1998), en su estudio, “el efecto de la contaminación orgánica en la fauna de macroinvertebrados de las corrientes de tierras altas ecuatoriales”.

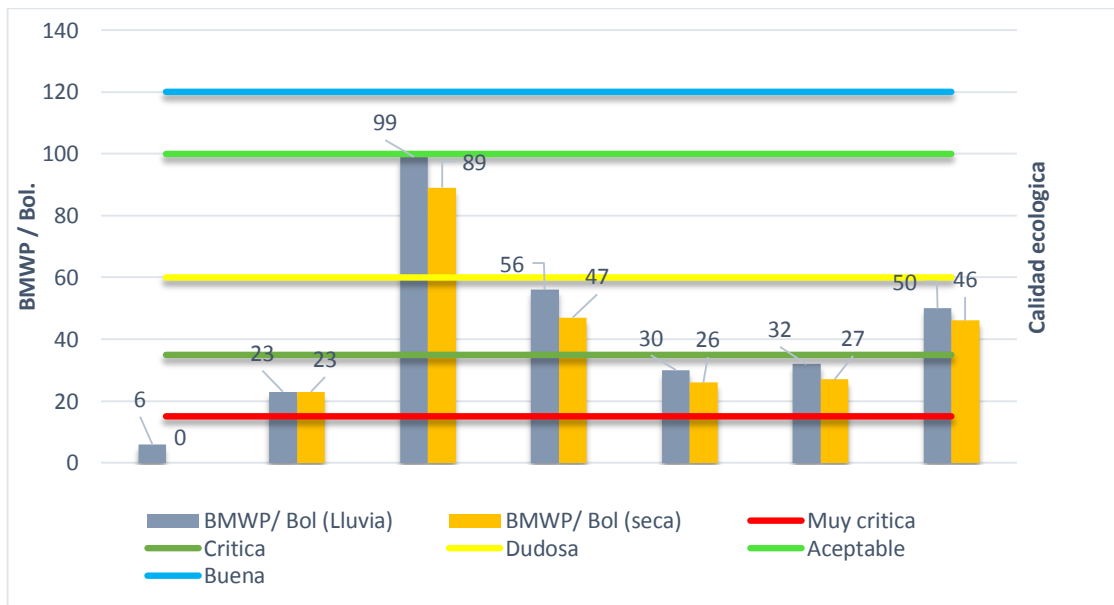


Figura 19. Índice ecológico BMWP/Bol (febrero-julio, 2017).

4.4.4 Índice de monitoreo biótico andino (ABI).

Con respecto al índice ABI (Índice Biótico Andino), es el único que presenta variabilidad por campaña ya que los macroinvertebrados tienen estadios de desarrollo tanto en el agua como en la tierra y la presencia y ausencia de estos se ve influenciada por diversos factores como la diversidad de hábitat, la vegetación de ribera. Estos elementos son necesarios de tener en cuenta para establecer luego la valoración del índice CERA por punto de monitoreo. Es importante resaltar que el índice ABI solo establece una caracterización cualitativa de los macroinvertebrados, no define una estimación poblacional como mecanismo de evaluación. El índice ABI es extremadamente útil para detectar el deterioro general de los ríos.

Según los valores ABI obtenidos en la época de lluvia (febrero 2017), los puntos de muestreo presentaron una calidad del agua desde pésima hasta muy buena. La estación que presentó el mayor valor fue P-3, con calidad muy buena seguidos de P-4, y P-7 calificadas como estaciones con calidad de agua buena, la estación P-5 con calidad moderada, las estaciones P-2 y P-6 con una calidad mala y la que presentó el menor valor fue la estación P-1, considerada como estación de calidad de agua muy crítica.

En la época seca (julio 2017), las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua desde muy buena hasta pésima. La estación que presentó el mayor valor fue P-3, seguidas de las estaciones P-4 y P-7 con una calidad buena, las estaciones P5 y P6 fueron calificadas como puntos de muestreo de calidad moderada, la estación P-2 con una calidad mala y la que presentó el menor valor fue P-1, considerada como estación de calidad de agua pésima.

Según Gonzales, et al. (2017.), en su estudio “Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca”, concuerda con la valoración para los resultados obtenidos usando el Índice Biótico Andino (ABI), en el cual indica su clasificación, por tanto los resultados obtenidos en los sus 5 puntos de muestreo tiene una calidad Bueno, por otro lado el mayor valor obtenido es de 67 en el mes de Agosto del 2016, en el punto QC - R categorizado en una calidad Bueno, mientras el menor es de 14 en el mes de Marzo del 2017, en el punto QC- 03 con una calidad Malo.

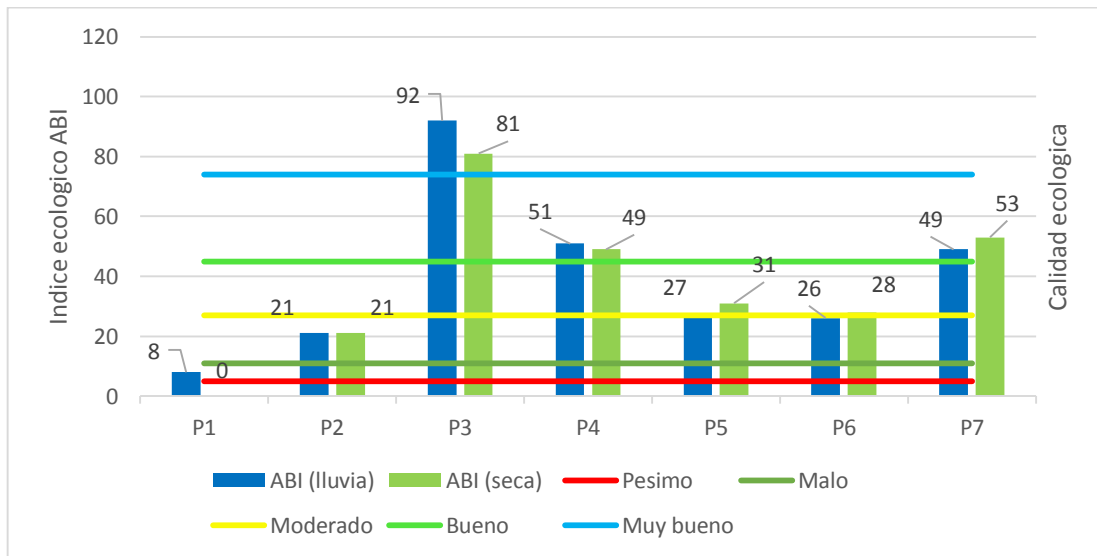


Figura 20. Índice ecológico ABI (febrero-julio, 2017).

4.4.5 Resultados de la evaluación con el Protocolo CERA.

Para el análisis con el índice CERA, la calidad de los ríos Perlamayo y Tacamache, se analizó mediante 3 índices según (Acosta et al., 2009) siendo el índice IHF, que evalúa la heterogeneidad del hábita fluvial del cauce del río, el Índice de Bosque de Ribera (QBR- And) integrado de la estructura de la ribera o de las características hidromorfológicas aplicadas a las microcuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache. y el Índice Biótico Andino ABI, este índice realiza una evaluación cualitativa de los macro invertebrados. La evaluación con el índice CERA, se encuentra directamente relacionado con los índices ABI y QBR-And para su evaluación. En el P1 que corresponde la quebrada Sinchao, se obtuvo una abundancia de 8 individuos pertenecientes a la familia Hyalellidae y Chironomidae y en P2 que corresponde a la quebrada Colorada, hubo ausencia de individuos obteniendo un puntaje de 8 para ABI y 35 para QBR-And siendo una calidad “pésima”. En ambas épocas de muestreo. En P3, quebrada Quencho, durante la época de lluvia hubo presencia de individuos del orden Amphipoda, Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Coleóptera y Díptera obteniendo un puntaje de 92 para ABI y 95 para QBR-And siendo una calidad de “Muy Bueno” y en época de estiaje el puntaje para ABI fue de 81 y para QBR-And fue 95, manteniendo la calidad de “Muy Bueno”, así mismo durante el estudio se tomó como referencia esta estación debido a que aún no tiene ningún tipo de intervención antropogénica. En P4, se encontraron individuos del orden Oligochaeta Ephemeroptera Plecóptera Trichoptera Coleóptera y Díptera obteniendo un puntaje de 51 para ABI y 100 para QBR-And, siendo una calidad de “Buena” en la época de lluvia. Mantenido esta

calidad en época de estiaje. En P5, se encontraron individuos del orden Oligochaeta Ephemeroptera y Díptera obteniendo un puntaje de 27 en ABI y en QBR-And de 100 siendo de una calidad Regular y en la época de estiaje el puntaje de ABI fue de 31 y para el QBR-And fue de 100, manteniendo su condición para ambas épocas de muestreo. En P6 que corresponde a la Qda. Seca hubo presencia de los individuos del orden Oligochaeta Gasterópoda Coleóptera y Díptera obteniendo un puntaje para ABI de 26 y para el QBR-And de 65 siendo una calidad de “pésimo” durante la época de lluvia y en época de estiaje hubo presencia de individuos del orden Amphipoda, Coleoptera y Díptera obteniendo un puntaje de 28 para ABI y 65 para QBR-And. Siendo una condición “Mala”. Y en la estación P7 que corresponde a la quebrada Ramírez Tantahuatay, hubo presencia de los individuos del orden Oligochaeta Ephemeroptera Plecoptera y Trichoptera, obteniendo un puntaje para ABI de 49 y para el QBR-And de 100 indicando una condición de “Buena”, y para la época de estiaje hubo presencia de individuos el orden Turbellaria, Amphipoda, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera y Díptera obteniendo un puntaje para ABI de 53 y para QBR de 100, obteniendo una condición de “Buena”. Para la determinación de la calidad ecológica según el índice CERA, obtuvo un valor de 3 que indica que las aguas de los ríos Perlamayo y Tacamache son una calidad “Regular”. Ver mapa biológico CERA Anexo 14. Mapa biológico del índice CERA.

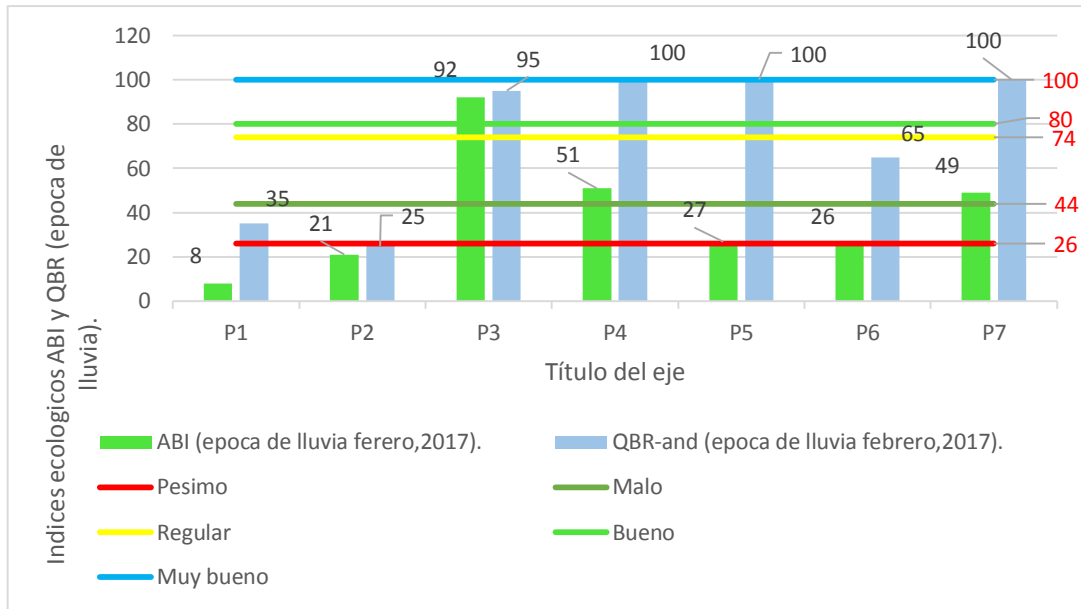


Figura 21. Índice ecológico ABI y QBR And (febrero, 2017).

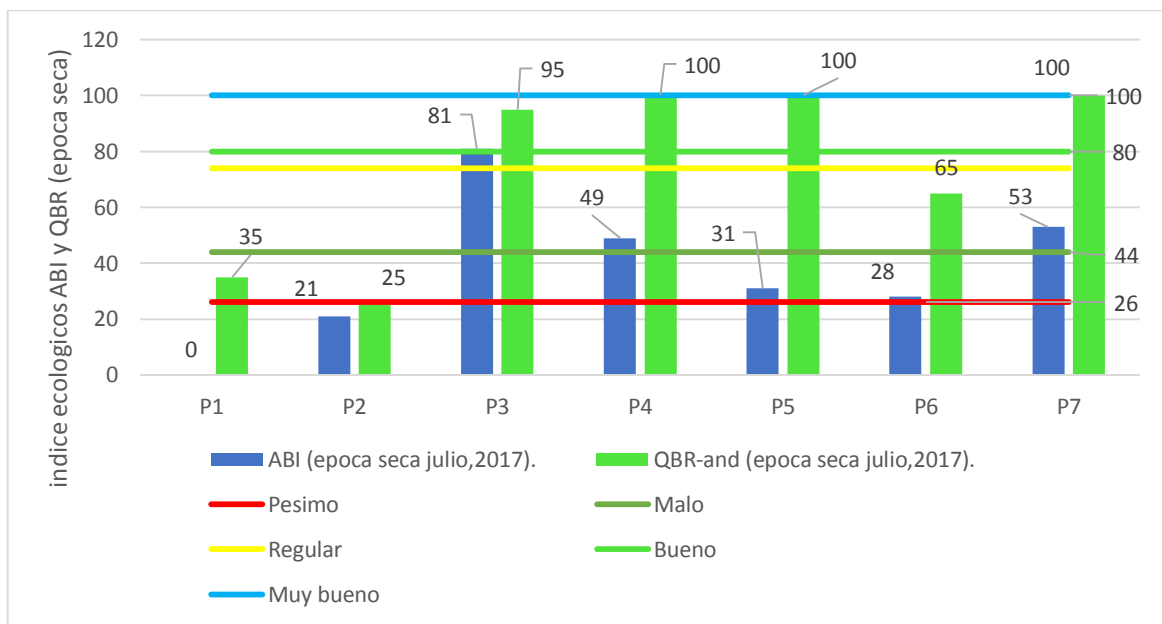


Figura 22. Índice ecológico ABI y QBR And (julio, 2017).

4.4.6 Resultados de la evaluación realizada con el índice IHF.

En el punto de monitoreo P1, presenta serias limitaciones en sus hábitat fluviales que no permitirían el desarrollo de ciertas especies de macroinvertebrados lo que indicaría que hay impactos significativos en el tramo fluvial evaluado.

El punto de monitoreo P2 presentan valores que indican que sus aguas presentan limitaciones para el desarrollo de macro invertebrados.

El punto de monitoreo P3, P4, P5 y P7 presenta un valor alto lo que permite deducir que el hábitat es adecuado para el desarrollo de diferentes órdenes y familias de macroinvertebrados.

El punto de monitoreo P6 presenta un valor que indican que las aguas tienen ciertas limitaciones para el desarrollo de los macroinvertebrados, siendo estos el pH, y el oxígeno disuelto

Con los valores obtenidos con el índice IHF (Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos) el promedio obtenido en la época de lluvia con un valor de 73 y para la época de estiaje con un valor de 75 para las microcuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache de acuerdo a Acosta, et al. (2009). Al Valorar el índice de hábitat (IHF). Indican que si es superior a 40 puntos podemos asegurar que los valores del índice no van a ser influenciados por la falta de heterogeneidad del hábitat, la cual puede ser tan limitante como la calidad fisicoquímica del agua.

Por lo tanto, estas limitaciones impuestas por la comunidad de ribera han sido valoradas los resultados indicados en la Figura 24. En general se ha establecido que los valores del IHF por debajo de 40 indican serias limitaciones de calidad

de hábitat para el desarrollo de una comunidad bentónica condición presentada durante el estudio en las estaciones P1, y valores óptimos en las estaciones de monitoreo P3, P4, P5 y P7 y de regular condición en las estaciones P2 y P6.

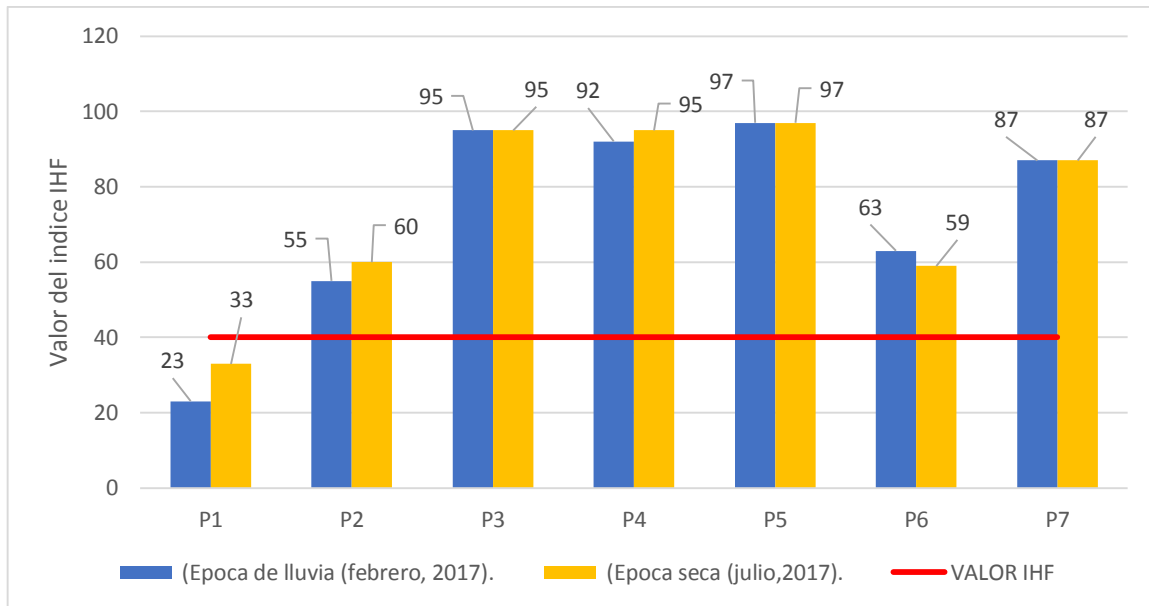


Figura 23. Habita fluvial para ríos alto andinos, índice IHF (febrero-julio, 2017).

4.4.7 Resultados de la evaluación realizada con el índice QBR-and.

Los resultados obtenidos para el índice de la calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And) indicada en la tabla 19 que sido utilizado eficazmente para evaluar la calidad del bosque de ribera, se ha hecho una descripción para este índice a nivel de microcuenca y sub cuenca.

Sub cuenca del río Perlamayo.

De la tabla 20 podemos observar que los puntos de muestreo P1 y P2 presentan una alteración fuerte y de calidad mala para los bosques de ribera lo que limitará ampliamente la presencia de macroinvertebrados en el ecosistema acuático, reflejado también en la valoración del índice ABI debiéndose a que en los

puntos de muestreo P1 y P2 hay poca vegetación arbórea, está compuesta principalmente por paramos en ambos márgenes, el P1 (quebrada Sinchao) y P2 (quebrada Colorada) están asociados al presencia de pasivos ambientales dejados por antiguas operaciones mineras para la extracción de minerales, existiendo aun en la zona presencia de desmontaras y socavones que aún no han sido remediados. Ambos puntos se encuentran adyacentes a la carretera que va de Chugur a Cajamarca.

El punto de monitoreo P3 según el índice, correspondería a bosques ligeramente perturbados con calidad buena, que permitiría el desarrollo de macroinvertebrados en el ecosistema acuático, y con la evaluación del índice ABI se ha obtenido un alto valor, que indicaría que es de buena calidad.

El punto de monitoreo P6, según el índice indicaría el inicio de alteraciones importantes con una calidad intermedia, lo cual tendría limitaciones en el ecosistema acuáticos para el desarrollo de los macroinvertebrados, como también se indica en la valoración con el índice ABI.

Sub cuenca del rio Tacamache.

Para el punto de monitoreo P5 y P7, según este índice los bosques de ribera no han sido alterados, son de calidad muy buena y en estado natural, en estos puntos de muestreo se caracterizan por tener la presencia de bosques con especies introducidas pino, y mayor extensión con bosques con especies nativas arbóreas y arbustivas propias de la zona, con lo cual permitirían un buen desarrollo de los macroinvertebrados en el ecosistema acuático.

Sub cuenca del río San Juan pampa.

El punto P4 según este índice los bosques de ribera no han sido alterados, son de calidad muy buena y en estado natural, en esta zona la mayoría del bosque está compuesta por especies nativas de la zona, tanto arbustivas como arbóreas en toda la ribera, permitiendo un buen desarrollo de los macroinvertebrados en su ecosistema acuático.

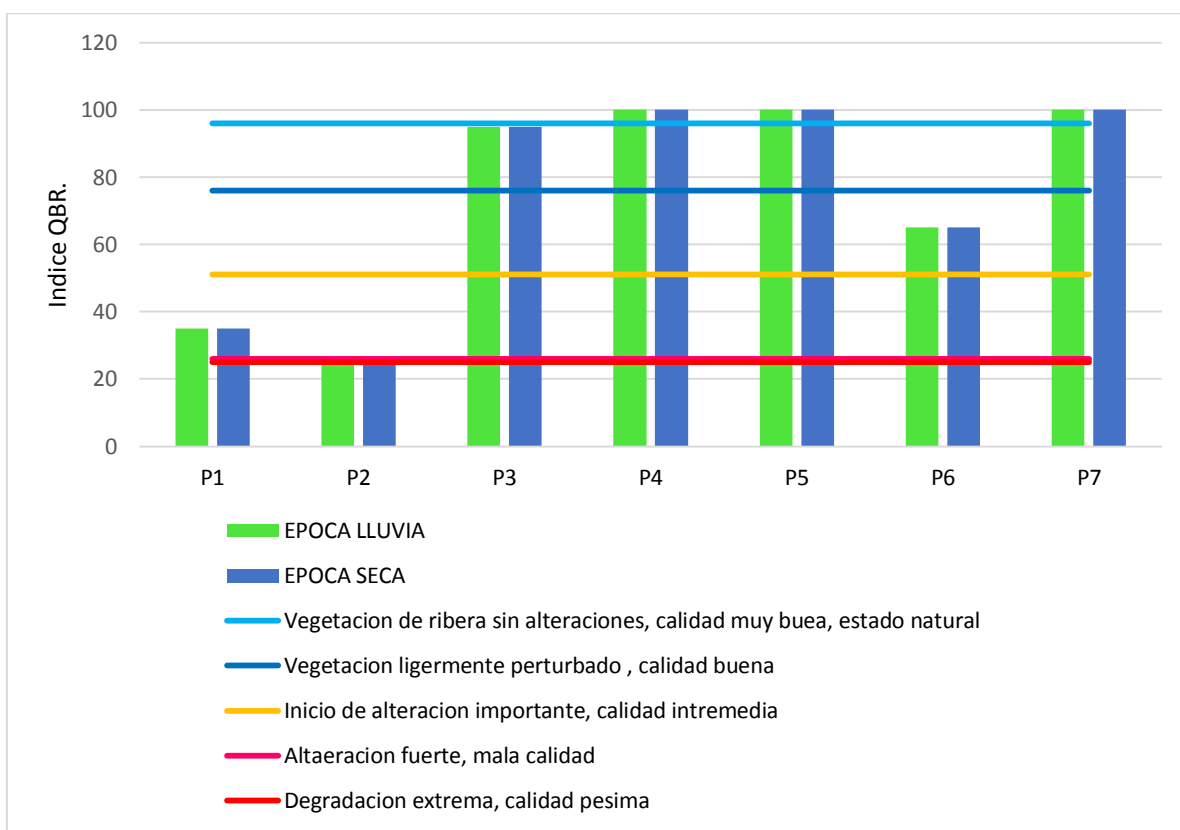


Figura 24. Índice QBR And (febrero-julio, 2017).

Según (Garcia, 2016) en su estudio Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca alta del Río Chillón, usando este índice en las estaciones de muestreo tuvieron puntuaciones similares al estudio, que van

desde 30 hasta 80, para las estaciones ubicadas entre los 2600 y 3800 m.s.n.m., presentando comunidades vegetales representadas por arbustos autóctono.

En el caso de las estaciones ubicadas a más de 4000 m.s.n.m., el puntaje fue de 85 para cada una. Se observaron los tres tipos de ribera en la zona de estudio: Tipo 1 (ribera de tipo rocoso), Tipo 2 (ribera típica de páramos y punas) y Tipo 3 (ribera conformada por una comunidad arbórea y/o arbustiva diversa). Para las dos épocas de estudio (seca y lluviosa) no se observaron diferencias notables en los resultados de las evaluaciones.

Identificación de familias de macroinvertebrados.



Figura 25. Familia Gripopterygidae fase Adulta.



Figura 26. Familia Baetidae fase Ninfa.



Figura 27. Familia Chironomiade en fase de Larva.



Figura 28. Familia Ceratopogonidae, en su fase de Larva.



Figura 29. Familia Dixicidae, en su fase de Larva

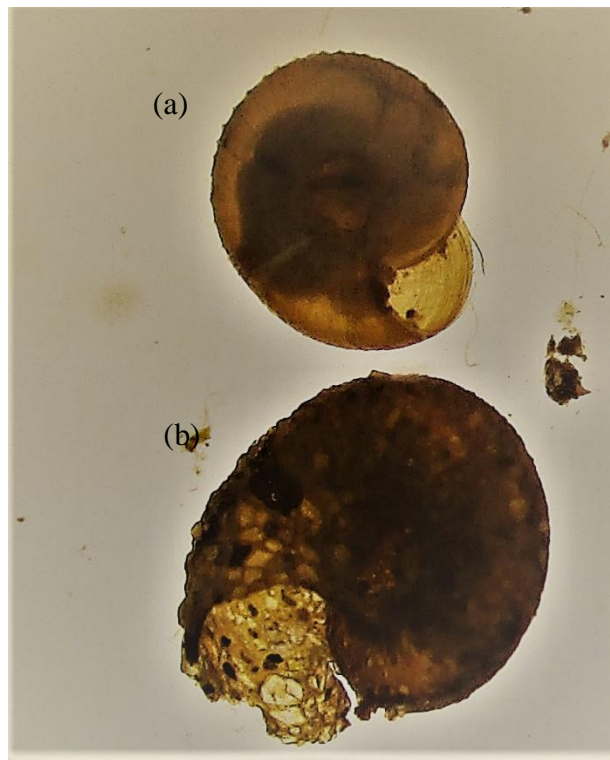


Figura 30. Familias Planorbidae (a) y Helicopsychidae (b). en su fase Adulta ambos.



Figura 31. Familia Tipulidae, en su fase de Larva.



Figura 32. Familia Tipulidae, en su fase de Pupa.



Figura 33. Familia Elmidae, es fase de Larva.



Figura 34. Familia Leptoceridae, en fase Adulta.



Figura 35. Familia Scirtidae (Helodidae), en fase Adulta.



Figura 36. Familia Leptophlebiidae, en fase Adulta.



Figura 37. Familia Hyalellidae, en fase Adulta.

4.5 Resultados del análisis estadístico.

Para realizar el análisis estadístico, al tener los datos una característica cualitativa, con al nivel de calidad, fue necesaria darles un valor numérico para el cálculo asumiendo valores del 1 al 5 como se indican en la tabla 10, para cada índice biológico. Obteniendo un promedio de los índices para cada punto de monitoreo y época de muestreo y se indican los valores numéricos y los promedios de los índices para proceder a evaluar mediante el paquete estadístico IBM- SPSS V23. A través de un análisis de regresión simple. Mediante este análisis se comprobó la correlación que existe entre las variables dependiente e independientes planteado en la hipótesis. Usando estos datos se diseñó el modelo para predecir el valor de una variable con respecta a la otras si existe una relación entre ellas.

Se realizó el análisis estadístico para ambas épocas de muestreo, con los resultados obtenidos, en la tabla 11 y12 las variables de comparación fueron las obtenidas para la calidad de agua categoría 3, de acuerdo al D.S N°004-2017-MINAM.los

resultados expuestos son un análisis de regresión simple, residual de acuerdo a Durbin y Waton. Así mismo también se hizo análisis de regresión para su comparación con los resultados para sedimentos, y fueron comparados con los estándares de calidad ambiental canadiense (TEL) y los parámetros establecidos con respecto a la concentración de metales pesados.

Tabla 10. Valores cuantitativos promedio para los índices bióticos.

Estación de muestreo	Quebrada	Microcuenca /Sub cuenca	EPT	BMWP Col	BMWP Bol	ABI	CERA	Promedio	CALIDAD
P1	quebrada Sinchao.	río Perlamayo	1	1	1	1	1	1	PESIMO
P2	quebrada Colorada.	río Perlamayo	1	2	2	2	1	2	MALO
P3	quebrada Quencho.	río Perlamayo	1	5	4	5	5	4	BUENO
P4	río San Juan Pampa	río San Juan Pampa	1	3	3	4	4	3	MODERADO
P5	río Tacamache	río tacamache	1	2	2	3	3	2	MALO
P6	quebrada Seca	río tacamache	1	2	2	2	1	2	MALO
P7	quebrada Ramírez Tantahuatay.	río tacamache	1	2	2	4	4	3	MODERADO

Tabla 11. Resultados de laboratorio en metales pesados. (Época de lluvia)

Estación de muestreo	Arsénico (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Plomo (mg/L)	Hierro (mg/L)	Niquel (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Cobre (mg/L)	Zinc (mg/L)
P1	0,196	0,044	0,084	57,51	0,392	5,405	14,28	6,85
P2	(-)	0,003	0,09	0,514	0,044	0,506	0,148	0,754
P3	(-)	(-)	(-)	0,073	(-)	0,013	(-)	(-)
P4	(-)	(-)	0,003	0,155	0,004	0,038	0,039	0,025
P5	(-)	(-)	0,004	0,103	(-)	0,014	0,020	(-)
P6	(-)	0,002	(-)	0,021	(-)	(-)	(-)	(-)
P7	(-)	(-)	0,004	0,09	(-)	0,029	(-)	(-)
ECA.(Riego de vegetales)	0,1	0,01	0,05	5,0	0,2	0,2	0,2	2,0
ECA.(Bebida de animales)	0,2	0,05	0,05	**	1,0	0,2	0,5	24,0

(-) <LCM

Tabla 12. Resultados de laboratorio en metales pesados (época de seca).

Estación de muestreo	Arsénico (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Plomo (mg/L)	Hierro (mg/L)	Niquel (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Cobre (mg/L)	Zinc (mg/L)
P1	13,69	0,10	0,04	49,47	0,05	8,61	0,02	14,83
P2	2,25	(-)	(-)	0,38	(-)	1,04	(-)	(-)
P3	0,08	(-)	(-)	0,14	(-)	1,26	(-)	(-)
P4	0,12	(-)	(-)	0,02	(-)	2,52	(-)	(-)
P5	0,62	(-)	(-)	0,09	(-)	1,89	(-)	(-)
P6	0,06	(-)	(-)	0,07	(-)	3,05	(-)	(-)
P7	0,38	(-)	(-)	0,04	(-)	1,0	(-)	(-)
ECA.(Riego de vegetales)	0,1	0,01	0,05	5,0	0,2	0,2	0,2	2,0
ECA.(Bebida de animales)	0,2	0,05	0,05	**	1,0	0,2	0,5	24,0

Tabla 13. Concentración de metales pesados en mg/kg, en sedimentos.

PARAMETRO	Unidad	LCM	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Arsénico (As)	mg/kg	0,3	4250	429,9	11,7	< LCM	< LCM	< LCM	19,6	683,8
Cadmio (Cd)	mg/kg	7	55,8	9,2	6050	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Cromo (Cr)	mg/kg	0,2	7,9	1,65	10,25	< LCM	< LCM	9197	8999	4,8
Cobre (Cu)	mg/kg	0,2	7780	182	25,9	0,147	0,124	3399	26,6	381,6
Plomo (Pb)	mg/kg	2	512,2	132,8	36,9	5922	3223	10,6	15,6	73,4
Zinc (Zn)	mg/kg	0,4	1054	296,7	92,25	< LCM	< LCM	108,8	206	47

4.5.1 Análisis estadístico para la época de lluvia (febrero, 2017).

De los datos en la tabla 14 para el modelo de regresión probado para 6 metales,(As,Cd,Cr,Cu,Pb,Zn),se explica que un 75% que los promedios de los índices biológicos tienen relación con la presencia de metales pesados con respecto a la calidad de las aguas de las microcuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache en la época de lluvia .De acuerdo con la hipótesis planteada La calidad del agua de los ríos Perlamayo y Tacamache y su relación con los ECAs, y sus evaluaciones con macroinvertebrados bentónicos, indican que no son de buena calidad. Aceptando la hipótesis alternativa. en la que se indica que algunas de las aguas de los ríos Perlamayo y Tacamache son de mala calidad.

En la tabla 14, el valor de Durbin-Watson son de 1,90 Por lo tanto, dados los valores de que delimitan nuestra zona de rechazo, aceptamos la hipótesis alternativa de no auto correlación.

Y los resultados del análisis de varianza (ANOVA) del modelo de regresión indica que esta mejora significativamente la predicción de la variable independiente cuando el valor de $F= 1,285$.

Tabla 14. Modelo de regresión simple (Durbin Watson) (febrero, 2017).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,750 ^a	.562	.125	.9129403	1.906

(a) Predictores: (Constante), Zinc, Arsénico, Plomo.

(b) Variable dependiente: PROMINDBIOL.

Tabla 15. ANOVA (análisis de varianza) febrero 2017.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3.214	3	1.071	1.285	,421 ^b
	Residuo	2.500	3	.833		
	Total	5.714	6			

(a) Variable dependiente: PROMINDBIOL.

(b) Predictores: (Constante), Zinc, Arsénico, Plomo

4.5.2 Análisis estadístico para la época seca (julio, 2017).

De los datos en la tabla 14 para el modelo de regresión probado para 6 metales, (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn), se explica que un 75% que los promedios de los índices biológicos tienen relación con la presencia de metales pesados con respecto a la calidad de las aguas de las microcuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache en la época de seca. De acuerdo con la hipótesis planteada La calidad del agua de los ríos Perlamayo y Tacamache y su relación con los ECAs, y sus evaluaciones con macroinvertebrados bentónicos, indican que no son de buena calidad. Aceptando la hipótesis alternativa. en la que se indica que algunas de las aguas de los ríos Perlamayo y Tacamache son de mala calidad.

En la tabla 16, modelo de regresión simple el valor de Durbin-Watson son de 1,90 Por lo tanto, dados los valores de que delimitan nuestra zona de rechazo, aceptamos la hipótesis alternativa de no auto correlación.

Y los resultados del análisis de varianza (ANOVA) en la tabla 17, del modelo de regresión indica que esta mejora significativamente la predicción de la variable independiente cuando el valor de $F = 1,285$.

Tabla 16. Modelo de regresión simple (Durbin Watson) (julio, 2017).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,750 ^a	.562	.125	.9129403	1.906

(a) Predictores: (Constante), Zinc, Arsénico, Plomo.

(b) Variable dependiente: PROMINDBIOL

Análisis estadístico para la época de lluvia en sedimentos, (febrero, 2017).

Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA), julio, 2017.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3.214	3	1.071	1.285	,421 ^p
	Residuo	2.500	3	.833		
	Total	5.714	6			

(a) Variable dependiente: PROMINDBIOL

(b) Predictores: (Constante), Zinc, Arsénico, Plomo

4.5.3 Análisis de estadístico con los estándares de calidad ambiental canadiense (TEL).

De los datos de la tabla 18 para el modelo de regresión probado para 6 metales de acuerdo a con los objetivos planteados que son, (As,Cd,Cr,Cu,Pb,Zn), se explica que un 95,5% que los promedios de los índices biológicos tienen relación con la presencia de metales pesados en los sedimentos de acuerdo al ECA canadiense (TEL), con respecto a la calidad de las aguas de las microcuencas de los ríos Perlamayo y Tacamache en la época de lluvia, indicando que esto es preocupante los niveles de concentración en sedimentos con respecto a la calidad del agua.

Como podemos ver en la tabla 19, el valor de Durbin-Watson es de 3.011 Por lo tanto, dados los valores de que delimitan nuestra zona de rechazo, aceptamos la hipótesis alternativa. Asimismo, los resultados del análisis de varianza (ANOVA) del modelo de regresión también indica que esta mejora significativamente la predicción de la variable independiente cuando el valor de $F= 2,092$

Garcia (2016), definió, mediante un análisis multivariado, determinó que si existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos entre los rangos de altitud en las que se encuentran las estaciones de muestreo (diferencia espacial) y entre las dos épocas de estudio (diferencia temporal).

Tabla 18. Modelo de regresión simple en sedimentos (Durbin y Watson).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,955 ^a	.913	.477	.706077	3.011

(a) Predictores: (Constante), Zinc, Cromo, Cobre, Plomo, Cadmio

(b) Variable dependiente: PROMINDBIOL.

Tabla 19. Análisis de varianza para sedimentos (ANOVA).

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5.216	5	1.043	2.092	,480 ^b
	Residuo	.499	1	.499		
	Total	5.714	6			

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados respecto a la caracterización fisicoquímico y de macro invertebrados en los ríos Perlamayo y Tacamache, con respecto a la calidad ecológica se concluye:

5.1 Caracterización con macroinvertebrados,

- En la valoración de la calidad ecológica para el índice biótico EPT, en ambas épocas de muestreo en las siete estaciones, la calidad ecológica de los ríos Perlamayo y Tacamache es POBRE, donde los resultados promedio obtenidos en las sub cuencas son menor a 6, debido a que este tipo de especies son altamente sensibles en aguas muy contaminadas comprobado con los resultados obtenidos.
- En la valoración de la calidad ecológica para el índice BMWP Col, obtuvo un puntaje promedio de 38 para los 7 puntos de monitoreo durante la época de lluvia y época seca, en la sub cuenca de los ríos Perlamayo y Tacamache, que corresponde a una clase III, una calidad dudosa, significando Aguas moderadamente contaminadas.
- En la valoración de la calidad ecológica para el índice BMWP/Bol, se obtuvo un puntaje promedio de 40, en los 7 puntos de muestreo, para la época de lluvia y época seca, que corresponde a una Clase 4, una calidad Dudosa, significando aguas contaminadas.
- En la valoración de la calidad ecológica para el índice ABI, obtuvo un puntaje promedio de 38, en los siete puntos de muestreo, para la época de lluvia y época seca, correspondiendo a una clase 3, y un nivel de calidad moderado para las aguas de los ríos Perlamayo y Tacamache.

- Para la valoración de la calidad ecológica, el índice CERA, intervienen dos índices el índice ABI y el índice QBR-And. Durante las dos épocas de muestreo, obtuvieron un promedio para ABI de 38 y para el índice QBR-And de 74, obteniéndose en los siete puntos de muestreo, una calidad mala.
- Por lo tanto, la calidad ecológica usando índices EPT, BMWP/Bol, BMWP/Col, ABI y CERA en las siete estaciones de muestreo establecidos en el estudio en los ríos Perlamayo y Tacamache en el distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, Cajamarca es de una condición mala. Aceptando la hipótesis alternativa donde se indica que algunas de las aguas de los ríos Peromayo y Tacamche son de una condición mala.
- Según el protocolo CERA (Calidad Ecológica de Ríos Altoandinos) (Acosta et al. 2009), sola la estación de muestreo P-3 que corresponde a la quebrada el Quencho se catalogó como punto de referencia, donde mostro las mejores condiciones ambientales durante toda la realización del estudio.
- Finalmente, de acuerdo a las evaluaciones usando macro invertebrados bentónicos se recomienda el uso del índice CERA por ser el más adecuado para la evaluación de los ríos en el Perú, que están por encima de los 3000 msnm, en donde las formaciones vegetales dominantes en las punas de los Andes, permiten estudiar la estructura de la vegetación de ribera y no condiciona la estructura de la comunidad de macroinvertebrados.

5.2 Caracterización fisicoquímica.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos muestran variaciones en cada una de los siete puntos muestreados, donde los puntos P3, P4 y P7 cumplen con el DS N° 004-2017MINAM, a excepción de las estaciones

de muestreo P1 y P2, durante las dos época de lluvia y seca, presentaron condiciones de aguas acidas , y en el P5 durante la época seca y P6 durante la época de lluvia presentaron característica de agua alcalina, así mismo en la estación P6 con respecto al Oxígeno Disuelto, durante la época seca estuvo por debajo del límite. Por lo tanto, las estaciones de muestreo, P1, P2, P5 y P6 no cumplieron con la Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, de acuerdo al D.S N° 004.2017-MINAM, condiciones que limitan seriamente el desarrollo de los macroinvertebrados.

5.3 Análisis de sedimentos.

Los resultados obtenidos, para metales pesados en sedimentos, en las ocho estaciones de muestreo, que fueron comparados con el ECA canadiense TEL (Threshold Effect Level), método que considera siete parámetros de comparación siendo los metales As, Cd, Cr, Hg, Cu, Pb y Zn, debido que, en Perú, no se cuentan con una normatividad para su comparación. Se concluye que las concentraciones de metales pesados y su comparación no cumplen con el ECA canadiense, (tabla 13), comprobados también con el análisis estadístico donde explica que un 95,5% (tabla18) de los promedios de los índices bióticos tienen relación con la presencia de metales pesados, concluyendo que es preocupante la concentración de metales pesados en sedimentos con respecto a la calidad del agua de los ríos Perlamayo y Tacamache siendo una limitante para el desarrollo de macroinvertebrados.

CAPITULO VI

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Acosta, R., Rios-Touma, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación en dos cuencas del Ecuador y Perú*. *Limnetica* Vol.28(1):35-64.
- Aguirre Andrade, J. (2011). *Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay (Bachelor's thesis)*. Ecuador: Bachelor's thesis.
- Alba-Tercedor, J. (1996). *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. Granada: IV Simposio del Agua en Andalucía(pp.203-213)
Almeria:Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada.
- Alvarez, M. (2009). *Estudio de la variabilidad espacio-temporal de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas fluviales de Cantabria*. Santander: Repercusiones para la aplicación de la directiva marco del agua. Universidad de Cantabria. Santander, España.
- Alvarez, M., Jaimez, P., Suarez, M., Toro, M., & Prat, N. (2004). *Aproximación multivariante en la exploración de la tolerancia ambiental de las familias de macroinvertebrados de los ríos mediterráneos del Proyecto GUADALMED*. *Limnetica*, 21 (3-4): 149-173.
- Alvarez, S., & Perez, L. (2007). *Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras*. Honduras: Tesis de Ingeniería en Desarrollo Socioeconomicos y ambiente, Universidad de Zamorano.Honduras.

- APHA. (2012). *American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, & Water Environment Federation. (1915). Standard methods for the examination of water and wastewater (Vol. 2)*. American Public Health Association.
- Baird, C. (2001). *La purificación del agua contaminada. Barcelona, España*. Barcelona, España: pp.475-517.
- Bonet, M. (2011). *Propuesta de un protocolo de evaluación de calidad ecológica en la zona minera de la Cuenca del Jequetepeque, Perú*. Cajamarca.
- Carvacho, A. (2012). *Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multiparamétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limari en Chile*. Tesis: Universidad de Barcelona. Barcelona.España. 62p.
- Castellon, R. (2013). *Evaluación Rápida De La Calidad Del Agua Utilizando Macroinvertebrados Acuáticos Durante La Temporada Lluviosa En La Microcuenca "El Chimbo"*. Honduras: Universidad nacional Autonoma de Honduras y Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra.Honduras.
- Correa Araneda, F., Rivera, R., Urrutia, J., De los Rios, P., Contreras, A., & Encina Montoya, F. (2010). *Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile*. Chile: *Limnetica*, 29(2),0183-194.
- Correa, A., & Vega, T. (2015). *Utilización de indicadores biológicos e índices para la determinación de la calidad ecológica del río Mashcón*. Cajamarca,Peru: *Revista de ingeniería ambiental UAP*.

- Correa, I. (2000). *Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua*. Departamento de Biología. Departamento de Biología. facultad de Ciencias Universidad de Los Andes. Venezuela.
- Cruz, R. (2014). *Desarrollo de alternativas sostenibles de monitoreo y biorremediación de las aguas del río Santa*. Huaraz, Peru.: Universidad nacional Santiago Antunos de Mayolo.
- Custodio, M., & Chamame, F. (2016). *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín – Perú*. Junin,Peru: Scientia Agropecuaria 7(1):33-34.
- Daza Rodriguez, M., & Patiño Ramirez, D. (2016). *Bioindicación de la Calidad del Agua del Río Subachoque Mediante el Uso de Macroinvertebrados Acuáticos y Parámetros Fisicoquímicos como una Integración Espacial y Temporal*.
- Flores, D. (2014). *Guía de vigilancia ambiental con macroinvertebrados bentónicos en Cajamarca*. Cajamarca,Peru: Asociacion Catalana D Eginyeria Sense Fronteres.
- Flores, D. (2014). *Guía para la vigilancia ambiental: Agua es Vida*. Cajamarca: ISF,ACSUR,GRUFIDES, Cajamarca,Peru 59 p.
- Flores, D., & Huamantincó, A. (2017). *Desarrollo de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana basada en macroinvertebrados bentónicos en la Cuenca del Jequetepeque (Cajamarca, Perú)*. Cajamarca,Peru.: Ecología Aplicada, 16(2),105-114.
- García, R. (2016). *Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca alta del Río Chillón (Lima, Perú) y su uso como indicadores biológicos*. Lima: Lima,Peru.
- Gomez, E., & Peña, J. (2013). *Efecto del pretratamiento de biomasa maderera en el rendimiento a etanol*. informacion tecnologica, 24(5), 113-122.

- Gonzales, C., & Maestre, J. (2014).). *Bentos (Macroinvertebrados). En la Universidad Nacional de San Marcos, Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.*
- Gonzales, J. D., & Tarrillo, S. H. (2017). *Evaluacion de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentonicos como indicadores bioticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca, durante agosto, diciembre 2016 y marzo 2017.* Santa Cruz - Cajamarca.
- Gonzales, R., Junnior, D., & Tarrillo Sanchez, H. (2017). *Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca, durante agosto, diciembre 2016 y marzo 2017.* Cajamarca.
- Gustavson, S., Cosme, L., & Trama, F. (2013). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú.* Oxapampa, Peru: Apuntes de Ciencias & Sociedad, 3(2).
- Hellawell, J. (1986). *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management.* London: Elsevier Aplied Science Publ. London y New Cork. 546 p.
- Herbas, A., Rivero, G., & Gonzales, A. (2006). *Indicadores biológicos de calidad del agua. Ponencia presentada en Curso Regional Presencial MIAAC.* Cochabamba, Bolivia.:
[http://www.pnuma.org/aguaaaac/Curso%20Regional%20MIAAC/Conferencias.](http://www.pnuma.org/aguaaaac/Curso%20Regional%20MIAAC/Conferencias)
- Herrera, H. (2013). *Los pasivos mineros ambientales y los conflictos sociales en Hualgayoc.* Cajamarca: Revista de investigacion social de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos,7(30),265-277.

- Jacobsen, D. (1998). *The effect of organic pollution on the macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams*. Arch. Hydrobion 143(2): 172-195.
- Juarez, G., & Gonzales, U. (2017). *Coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque de neblina de Cuyas, Ayabaca-Región Piura, Perú*. Ayabaca, Piura, Peru: The Biologist, 14(2).
- Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica*. Ikastorratza e-Revista de Didactica 11,1-16.
- Leiva, V., & Miguel, J. (2017). *Biomonitoreos con macroinvertebrados bentónicos para evaluar las condiciones del agua del río grande en la Provincia de Cajamarca-Perú*. Cajamarca: Tesis.
- Leon, A. (2013). *Calidad biológica de las aguas superficiales de la cuenca del río Apulo*. Colombia: Revista de Tecnología, 12(2), 60-71.
- Mata, & Quevedo. (1998). *Qué son los Gradientes Ambientales y el Dosel arbóreo*. <http://elambienreron.wordpress.com/2012/10/17/que-son-los-gradientes-ambientales-y-el-dosel-arboreo/>.
- Medina , Y. (2011). *macroinvertebrados bentónicos indicadores de contaminación en el río chili entre junio a agosto del 2011*. Arequipa.
- Mejia, O. (2016). *Contaminación de agua por metales producto de la actividad minera metálica en el río Zaña*, Chiclayo, Lambayeque, Peru.
- MINAM. (2017). *D.S N° 004-2017-MINAM*. LIMA, PERU : Ministerio del Ambiente, Lima, peru.

- Oscoz, J. (2009). *Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro: descripción de taxones y guía de identificación Publicación para la identificación de los macroinvertebrados fluviales en relación a la estimación de índices bióticos*. Barcelona: Barcelona, España. pp7.
- Palma, A. (2013). *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*. Chile.
- Paredes, C., Iannacone, J., & Alvariano, L. (2005). *Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua del río Rímac-Callao, Perú*. Lima: Revista colombiana de entomología.
- Paredes, C., Iannacone, J., & Alvariano, L. (2004). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú*. Cajamarca: Revista peruana de entomología.
- Perez, A., Benetti, C., & Garrido, J. (2013). *Estudio de la calidad del agua del río Furnia mediante el usos de macroinvertebrados acuaticos*. Compostelana (bioloxia)Vol (20),p 1-p 10.
- Perez, B., & Segnini, S. (2005). *Variación espacial de la composición y diversidad de géneros de Ephemeroptera (Insecta) en un río tropical altiandino*. Sociedad Venezolana de Entomología. ENTOMOTRIPICA, Vol. 20(1):49-57.
- Pineda, J., & Quiroz, G. (2015). *Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados y estimación de la calidad del agua de las lagunas de chingaza, del medio y el arnical en el parque nacional natural chingaza*. Bogota: Tesis de Ingenieria Ambiental , Universidad Santo Tomas.Bogota.
- Poma, W., & Alcantara, G. (2004). *Estudio de suelos y capacida de usos mayor del departamento de Cajamarca*. Cajamarca: GORE.
- Prieto, J. (2004). *El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación*. Bogota: Eco Ediciones.

- Reyes Morales, F. (2013). *Macroinvertebrados acuáticos de los cuerpos lénticos de la Región Maya*. Guatemala: Revista Científica de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,22(1),7-16.
- Reyes, C., & Peralbo, K. (2001). *Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Ecuador: Ecociencia.
- Roldan Perez, G. (2016). *Macroinvertebrates as bioindicators of water quality: four decades of development in Colombia and Latin America*. Colombia: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas,Físicas y naturales,40(155),254-274.
- Roldan, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogota, Colombia: Universidad de Antioquia. 216 p.
- Roldan, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col*. Antioquia: Universidad de Antioquia 164 p.
- Roldan, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica*. Colombia: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,40(155),254-274.
- Roncal , M. (2015). *Chugur*. Cajamarca, Peru: Oficina General de Investigacion.Editor Av. Atahualpa 1050 IS-204,Ciudad Universitaria .
- Sanchez Herrera, M. (2005). *El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party Score), modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita norte de Santander*. Santander: Bistua:Revista de la facultad de Ciencias básicas,3(2).

- Segnini, S. (2003). *El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Ecotropicos.* Colombia: Ecotropicos .
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de Metodos Analiticos para la Determinacion de parametros Fisicoquimicos Basicos en Aguas.* Cartagena de Indias, colombia: Analisis Basicos, ISBN:9788415774907.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua: Evaluacion y diagnostico.* Medellin, Colombia: Universidad de Medellin.
- Sierra, R. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico.* Colombia : 1° edicion. Editorial Ediciones de la U. Bogota. Columbia. 475 p.
- Springer, M. (2010). *Biomonitoreo acuático. Revista de Biología Tropical.* Revista de Biología Tropical VI. 58(4):53.
- Tafur , C., Revilla, M., Ruiz, W., Aguilar, R., & Guzman, I. (2013). *El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú.* Trujillo: Sciendo,13(2).
- Terneus, E., Racines, M., & Hernandez, K. (2012). *Evaluación Ecológica del Río Lliquino a Través de Macroinvertebrados Acuáticos, Pastaza–Ecuador.* Pastaza-Ecuador: Revista de ciencias,16,31-45.
- Tinaut, A., Ruano, F., & Hasegawa, E. (2002). *Molecular phylogeny of two slave-making ants: Rossomyrmex and Polyergus (Hymenoptera: Formicidae).* In *Annales Zoologici Fennici.* In Annales Zoologici Fennici (pp. 267-271) Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Zamora, J. (2012). *Guía para Evaluar la Calidad Acuática Mediante el Índice BMWP/Bo.* Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Bolivia UMSS.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1 Hoja de campo para el muestreo de calidad de agua

Fecha:	3/02/2017						
Responsable de muestreo:	JUAN LINARES ZELADA MARCO SANCHEZ PEÑA			Hora:	10.48		
				Firma:			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA							
Número de la muestra:				P1			
Tipo de muestra:				1			
Calidad de muestra				1			
LOCALIZACIÓN							
Cuenca:	Chancay Lambayeque			Rio	PERLAMAYO		
Subcuenca:	PERLAMAYO						
Estación:	PTO1 (Perlamayo Sinchao)						
Coordenadas GPS				Norte	Este		
				9257405	757677		
Código fotografía:				FOTO01-P			
Descripciones de acceso al lugar: CARRETERA HACIA EL DISTRITO DE CHUGUR, TROCHA CARROZABLE, SIN ASFALTAR.							
Descripción física del lugar: ZONA CON ACTIVIDAD MINERA/ INFLUENCIA DE ANTIGUOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS							
Registro de los cambios observados en el lugar: AMPLIACION DE ACTIVIDAD MINERA - CIA MINERA COYMOLOCHE-CABECERA DE CUENCA							
Actividades en la zona cercana al punto de muestreo: ACTIVIDAD MINERA CIA COYMOLOCHE.							
PARÁMETROS DE CAMPO							
pH del agua:	2.97			T del agua:	9.2		
Conductividad eléctrica del agua:	1024			T del aire	NM		
OD:	6.2			Caudal	NM		
CONDICIONES METEREOLÓGICAS							
Precipitaciones:	PERIODO DE INICIO DE LLUVIAS						
Nubosidad:	PRESENCIA DE NUBES Y NEBLINA CARACTERISTICO DEL LUGAR						
Viento:	FUERTES.						
PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS							
Olor:	SIN OLOR			Color:	AMARILLENTO		
Materia flotante:	NINGUNO			Otras observaciones:			
DIVERSOS AFLUENTES A CAUSE DE RIO.							
HISTORIA DEL LUGAR							
Acontecimientos:	ANTIGUAS OPERACIONES MINERAS						
Fauna y flora:	PRESENCIA DE CAMELIDOS AMERICANOS (ALPACAS) , STIPA ICHU, AGROSTIS, CALAMAGROSTIS,						
HERRAMIENTAS DE MUESTREO							
Tipo de muestreador:				Prelavado del muestreador:	SI		
Tipo del recipiente:	BOTELLAS PLASTICAS			Material del recipiente:	COOLER		
Prelavado del recip	PROTOCOLO DE MONITERO						
ENVÍO DE LA MUESTRA							
Preservación de la muestra:	NO			Medio de transporte de la muestra:			
Destino de la muestra:	LABORATORIO REGIONAL DE CAJAMARCA			VEHICULO			
REQUERIMIENTOS PARA EL LABORATORIO:							
Análisis necesarios:	METALES TOTALES						

7.2 Formato de condiciones de referencia en ríos andinos protocolo CERA.

Apartado		Poco	Medio	Mucho	
CUENCA		Puntuación			30
1.1	Cobertura de especies introducidas (Eucaliptos y pinos especialmente)	5	5	3	1
1.2	Porcentaje de cobertura en pastos artificiales	5	5	3	1
1.3	Porcentaje de cobertura en usos urbanos	5	5	3	1
1.4	Ausencia de vegetación autóctona	5	5	3	1
1.5	Explotaciones mineras	5	5	3	1
1.6	Explotaciones ganaderas intensivas (intensivas)	5	5	3	1
HIDROLOGÍA		Puntuación			30
2.1	Presencia de grandes presas aguas arriba del lugar	5	5	3	1
2.2	Derivaciones de agua para hidroeléctricas azudes (< 10m)	5	5	3	1
2.3	Trasvases a otras cuencas o desde otras cuencas	5	5	3	1
2.4	Derivaciones para usos en agricultura y ganadería	5	5	3	1
2.5	Derivaciones para uso en minería	5	5	3	1
2.6	Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales)	5	5	3	1
TRAMO (incluye ribera y zona inundación)		Puntuación			30
3.1	Canalización del río por infraestructuras rígidas (escolleras, etc...)	5	5	3	1
3.2	Canalización del río por terraplenes	5	5	3	1
3.3	Presencia de cultivos y/o vacas y pasto en la llanura de inundación	5	5	3	1
3.4	Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones...)	5	5	3	1
3.5	Falta de cubierta de la zona de ribera (árboles o arbustos)	5	5	3	1
3.6	Falta de cubierta de la zona de ribera (árboles o arbustos)	5	5	3	1
3.6	% Cubierta vegetal por especies introducidas (árboles o arbustos)	5	5	3	1
LECHO		Puntuación			30
4.1	Sustrato del lecho totalmente artificial (p.e. cemento, escollera...)	5	5	3	1
4.2	Infraestructuras transversales (p.e. azudes, vados)	5	5	3	1
4.3	Presencia de efluentes directos al río	5	5	3	1
4.4	Contaminación orgánica evidente	5	5	3	1
4.5	Contaminación minera evidente	5	5	3	1
4.6	Presencia de basuras y escombros (sea en la ribera o en el mismo lecho)	5	5	3	1
Puntuación total				120	
SIRVE COMO PUNTO DE REFERENCIA					
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.					

7.3 Formato de evaluación del hábitad fluvial para los ríos andinos, índice IHF.

Muestra:	AGUA /SEDIMENTO		
Fecha:	3/02/2017		
Operador:	JUAN LINARES ZELADA / MARCO SANCHEZ PEÑA		
Bloques			
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)		0
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	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 >	4	
	Sólo pozas	2	
	TOTAL (una categoría)		8
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)		6
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	Solo 3 de las 4 categorías	8	
	Solo 2 de las 4 categorías	6	
	Solo 1 de las 4 categorías	4	4
	TOTAL (una categoría)		4
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
	Sombreado con ventanas	10	
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes Claros	5	
	Expuesto	3	
	TOTAL (una categoría)		0
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)		0
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)		5
	PUNTUACION FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)		23

7.4 Formato de evaluación de la calidad del bosque de ribera- 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	25
49 – 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera								10	
9 – 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									25
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	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	10
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%								5	
Si existe una buena conexión entra 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									20
3. Calidad de la cubierta									
Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos								25	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									25
4. Grado de naturalidad del canal fluvial									
El canal del río no ha estado modificado								25	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									25
PUNTUACION FINAL (Suma de las puntuaciones anteriores)									95

7.5 Formato para la evaluación de la calidad del agua de los ríos andinos, índice

ABI.

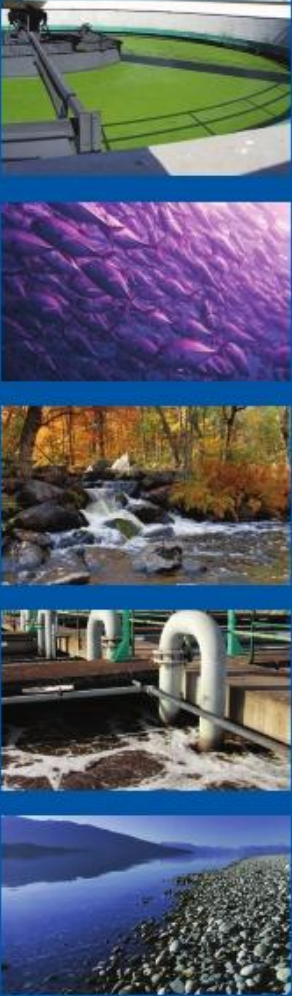
Orden	Familia	ABI	Abundancia	Orden	Familia	ABI	Abundancia
Muestra:							
Fecha							
Operador:							
Turbellaria		5		Lepidoptera	Pyralidae	4	
Hirudinea		3		Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
Oligochaeta		1			Lampyridae	5	
Gasteropoda	Ancylidae	6			Psephenidae	5	
	Physidae	3			Scirtidae	5	5
	Hydrobiidae	3			Staphylinidae	3	
	Limnaeidae	3			Elmidae	5	5
	Planorbidae	3			Dryopidae	5	
Bivalvia	Sphaeriidae	3			Gyrinidae	3	
Amphipoda	Hyalellidae	6	6		Dytiscidae	3	
Ostracoda		3			Hydrophilidae	3	
Hydracarina		4			Hydraenidae	5	
Ephemeroptera	Baetidae	4	4	Diptera	Blepharoceridae	10	
	Leptophlebiidae	10	10		Simuliidae	5	5
	Leptohyphidae	7	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	4
	Gripopterygidae	10	10		Chironomidae	2	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		ABI			92
	Calamoceratidae	10					
	Odontoceridae	10		QBR-And			95
	Leptoceridae	8	8				
	Polycentropodidae	8		CALIDAD ECOLOGICA		CERA	MUY BUENO
	Hidrottilidae	6	6				
	Xiphocentronidae	8					
	Hydrobiosidae	8	8				
	Glossosomatidae	7	7				
	Hydropsychidae	5	5				
	Anomalopsychidae	10					
	Philopotamidae	8					
	Limnephilidae	7					
P-3: Qda. QUENCHO							
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	ABI	QBR-and	CERA		
Amphipoda	Hyalellidae	6	92	95	MUY BUENO		
Ephemeroptera	Baetidae	4					
	Leptophlebiidae	10					
	Leptohyphidae	7					
Plecoptera	Gripopterygidae	10					
Trichoptera	Leptoceridae	8					
	Hidrottilidae	6					
	Hydrobiosidae	8					
	Glossosomatidae	7					
	Hydropsychidae	5					
Coleoptera	Scirtidae (Helodidae)	5					
	Elmidae	5					
Diptera	Simuliidae	5					
	Empididae	4					
	Chironomidae	2					

7.6 Anexo. Informes de ensayos del laboratorio regional del agua.

7.7 Manual del multiparámetro HI 9828, utilizado para el muestreo fisicoquímico.

HANNA[®]
instruments

Multiparamétrico
Portátil HI 9829
y Sonda autónoma.



Sonda personalizable
y autónoma con
registro y descarga
de datos.

sonda

HI 9829 La sonda a tu medida: 4 configuraciones a elegir.

• La sonda puede adaptarse a varias configuraciones de sensores*. El protector largo admite todas las configuraciones, mientras que el corto sólo puede usarse cuando no hay sensor de Turbidez/CE. * Sensores no incluidos.

• Sensor de temperatura integrado.

• Las longitudes estándar del cable de la sonda son 4, 10 y 20 metros.



	HI 7609829	HI 7619829	HI 7629829	HI 7639829
registro de datos autónomo	no	no	si	si
turbidez	no	si	no	si
intervalo de registro	...	...	de 1 segundo a 3 horas	de 1 segundo a 3 horas
conexión a PC	no	no	USB (HI 76982810)	USB (HI 76982810)
memoria	...	...	140000 medidas (un parámetro); 35000 (todos los parámetros)	140000 medidas (un parámetro); 35000 (todos los parámetros)
temperatura de uso	-5 a 55°C	-5 a 55°C	-5 a 55°C	-5 a 55°C

Sondas HI 9829

HI 7609829-0	Sensor de pH
HI 7609829-1	Sensor de pH/ORP
HI 7609829-2	Sensor de OD
HI 7609829-3	Sensor de CE
HI 7609829-4	Sensor de CE/ Turbidez
HI 7609829-10	ISE de Amonio
HI 7609829-11	ISE de Cloruros
HI 7609829-12	ISE de Nitratos

Accesorios

HI 710046	Cable para recarga de batería en encendedor de coche
HI 929828	Software de aplicación
HI 920005	iButton para soporte (5un)
HI 7698292	Kit de mantenimiento de sonda
HI 929829	Software de aplicación
HI 7698291	Cable USB, de PC a equipo
HI 76982910	Cable USB, de PC a sonda
HI 7698290	Vaso de Calibración portasondas corto
HI 7698293	Vaso de Calibración portasondas largo
HI 7698294	Célula de Flujo Corta
HI 7698295	Protector de Portasondas corto
HI 7698296	Protector de Portasondas largo
HI 7698297	Célula de Flujo Larga

características

La serie de equipos multiparamétricos de HANNA son ideales para la medida en campo, ya que tiene la opción de GPS (Sistema de localización Global por Satélite), y el sistema de identificación del punto de la muestra, SISTEMA FAST TRACKER.

El HI 9829 mide directa o calculada de los parámetros principales para el control de la calidad de las aguas.

- Display desde 1 a 12 parámetros con ajuste de dimensión de la fuente.
- Medidas localizadas mediante GPS y descarga a Google Maps.
- Protección para equipo (IP67) y las sondas (IP 68).
- Fast Tracker TM - Tag, Sistema de identificación de puntos fijos de muestras.
- La sustitución de los sensores es rápida y sencilla en campo, los conectores a rosca y sensores con código de color.
- Robusto portasondas con punta de acero inoxidable con un diámetro de 2" para pozos y tuberías.
- GLP (Good Laboratory Practice) con memoria para las 5 últimas calibraciones.
- Calibración rápida o independiente de cada sensor.
- Salida USB para descarga de datos.
- Registro de hasta 60000 muestras.
- Instrumento completamente personalizable: portasondas, sondas y especificaciones de la medida.
- ISE de amonio, cloruros y nitratos.
- Sonda de Turbidez ISO 7027 reemplazable.
- Registro de datos en sonda o equipo.
- Disponible sonda registradora con posibilidad de batería hasta 70 días.



Parámetros	HI 9829
pH	■
mV	■
ORP	■
Oxígeno Disuelto	■
Conductividad	■
Resistividad	■
TDS	■
Salinidad	■
Gravedad Especifica del Agua	■
Presión Atmosférica	■
Temperatura	■
Amonio	■
Cloruros	■
Nitratos	■
Turbidez	■

rangos

	rango	resolución	precisión
pH	0,00 a 14,00pH	0,01 pH	± 0,02 pH
mV	± 600,0 mV	0,1 mV	± 0,5 mV
ORP	± 2000,0 mV	0,1 mV	± 1,0 mV
Oxígeno Disuelto	0,0 a 500,0%; 0,00 a 50,00 ppm	0,1%; 0,01 ppm	0,0 a 300,0 %: ± 1,5% de la lectura o ± 1,0% (1); 300,0 a 500,0 %: ± 3% de la lectura; 0,00 a 30,00 ppm: ± 1,5% de la lectura o 0,10 ppm (1); 30,00 ppm a 50,00 ppm: ± 3% de la lectura
Conductividad	0 a 200 mS/cm (CE absoluto hasta 400mS/cm)	Manual: 1 µS/cm; 0,001mS/cm; 1 mS/cm. Automática: 1µS/cm de 0 a 9999 µS/cm; (0,001mS/cm de 0,000 a 9,999 mS/cm); 0,01 mS/cm de 10,00 a 99,99 mS/cm; 0,1 mS/cm de 100,0 a 400,0 mS/cm	± 1% de la lectura o ± 1 µS/cm (1)
Resistividad	0 a 999999 *cm 0 a 1000,0 k *cm 0 a 1,0000 M *cm	Dependiendo de la lectura de resistividad.	_____
TDS	0 a 400000 mg/l ó ppm (el valor máximo depende del factor TDS)	Manual: 1 mg/l (ppm); 0,001 g/l (ppt); 0,01 g/l (ppt); 0,1 g/l (ppt). Autom.: 0,01mg/l (ppm) de 0 a 9999 mg/l (ppm) [0,001g/l (ppt) de 0,000 a 9,999 g/l (ppt)]; 0,01 g/l (ppt) de 10,00 a 99,99 g/l (ppt); 0,1 g/l (ppt) de 100,0 a 400,0 g/l (ppt).	_____
Salinidad	0,00 a 70,00 PSU	0,01 PSU	± 2% de la lectura o ± 0,01 PSU (1)
Gravedad Especifica Agua de Mar	0 a 50,0 °D 15	0,1 °D 15	± 1 °D 15
Presión Atmosférica	450 a 850 mm Hg; 17,72 a 33,46 in Hg; 600,0 a 1133,2 mbar; 8,702 a 16,436 psi; 0,5921 a 1,1184 atm; 60,00 a 113,32 kPa	0,1 mm Hg; 0,01 in Hg; 0,1 mbar; 0,001 psi; 0,0001 atm; 0,01 kPa	± 3 mm Hg en ± 15°C de temperatura durante la calibración.
Temperatura	-5,00 a 55,00°C	0,01°C	± 0,15°C
Cloruros	0,6 a 200 ppm	0,01 ppm a 1 ppm; 0,1 ppm a 200 ppm	± 5% de lectura o 2 ppm (1)
Nitratos	0,62 a 200 ppm (como N)	0,01 ppm a 1 ppm; 0,1 ppm a 200 ppm	± 5% de lectura o 2 ppm (1)
Amonio	0,02 a 200 ppm (como N)	0,01 ppm a 1 ppm; 0,1 ppm a 200 ppm	± 5% de lectura o 2 ppm (1)
Turbidez	0,0 a 99,9 FNU; 100 a 1000 FNU	0,1 FNU de 0,0 a 99,9 FNU; 1 FNU de 100 a 1000 FNU	± 0,3 FNU o ± 2% de la lectura (1)

(1): el que sea mayor

Soluciones de Calibración Rápida	
HI 9B2B-25	Solución de Calibración Rápida, 500 ml
HI 9B2B-27	Solución de Calibración Rápida, 1 galon (3,785 l.)
Soluciones de Calibración de pH	
HI 7004L	Solución Tampón de pH 4,01, 500 ml
HI 7007L	Solución Tampón de pH 7,01, 500 ml
HI 7010L	Solución Tampón de pH 10,01, 500 ml
Soluciones de Calibración de ORP	
HI 7021L	Solución Test de ORP@240 mV, 500 ml
HI 7022L	Solución Test de ORP@470 mV, 500 ml
Soluciones para Oxígeno Disuelto	
HI 7040L	Solución Oxígeno Cero 500 ml
HI 7042S	Solución Electroólito, 30 ml
Soluciones de Calibración de Conductividad	
HI 7030L	Solución 12880 µS/cm, 500ml
HI 7031L	Solución 1413 µS/cm, 500ml
HI 7033L	Solución 84 µS/cm, 500ml
HI 7034L	Solución 80000 µS/cm, 500ml
HI 7035L	Solución 111800 µS/cm, 500ml
HI 7039L	Solución 5000 µS/cm, 500ml
Soluciones de Mantenimiento y Limpieza	
HI 70300L	Solución de almacenamiento de electrodos, 500ml
HI 7061L	Solución de limpieza de electrodos, 500ml

Soluciones de Calibración de Turbidez	
HI 9829-16	Solución de calibración de 0 FNU, 230 ml
HI 9829-17	Solución de calibración de 0 FNU, 230 ml
HI 9829-18	Solución de calibración de 0 FNU, 230 ml
ISE standards	
HI 9829-10/11	10 sobres de patrón de 10 ppm + 10 sobres de 100 ppm para el HI 7609829-10 ISE de amonio
HI 9829-10	Patrón en sobre de 10 ppm para HI 7609829-10 ISE amonio (25un)
HI 9829-11	Patrón en sobre de 100 ppm para HI 7609829-10 ISE amonio (25un)
HI 9829-12/13	10 sobres de patrón de 10 ppm + 10 sobres de 100 ppm para el HI 7609829-11 ISE de Cloruros
HI 9829-12	Patrón en sobre de 10 ppm para HI 7609829-11 ISE cloruros (25un)
HI 9829-13	Patrón en sobre de 100 ppm para HI 7609829-11 ISE cloruros (25un)
HI 9829-14/15	10 sobres de patrón de 10 ppm + 10 sobres de 100 ppm para el HI 7609829-12 ISE de Nitratos
HI 9829-14	Patrón en sobre de 10 ppm para HI 7609829-12 ISE Nitratos (25un)
HI 9829-15	Patrón en sobre de 100 ppm para HI 7609829-12 ISE Nitratos (25un)

forma de suministro



1. Medidor HI9829
2. Célula de Medida opcional HI7698297
3. HI71005/8 (115V) o HI710006/9
4. Sonda multiparamétrica
5. Herramienta de Membrana de OD
6. Jeringa con silicona
7. Cable USB HI7698291, Medidor a PC
8. Cable de Alimentación HI710045
9. Cable alimentación para mechero HI710046
10. I-Button, tornillos
11. Electrodo CE/Turbidez HI7609829-4
12. Electrodo ISE Nitratos HI7609829-12, opcional
13. Electrodo ISE Cloruros HI7619829-11, opcional
14. Electrodo ISE Amonio HI7609829-10, opcional
15. Electrodo pH HI7609829-1
16. Electrodo Galvánico de OD HI7609829-2
17. Electrodo CE HI7609829-3
18. Cepillo de limpieza
19. I-Button con soporte (5 unids.) HI920005
20. Cable USB HI76982910, PC a Sonda
21. Llave Allen
22. Membranas OD HI76407A
23. Almohadilla de limpieza abrasiva
24. HI70425
25. Vaso de calibración largo, HI7698293
26. Solución de calibración 0 FNU, HI9829-16
27. Solución de calibración 20 FNU, HI9829-16
28. Solución de calibración 200 FNU, HI9829-16
29. Solución de repuesto, opcional
30. Solución de calibración HI9828-25

HI9829-00042	HI9829 con pH/ORP, CE, OD, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-00102	HI9829 con pH/ORP, CE, OD, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-00202	HI9829 con pH/ORP, CE, OD, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-01042	HI9829 con pH/ORP, CE, OD, turbidez, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-01102	HI9829 con pH/ORP, CE, OD, turbidez, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-01202	HI9829 con pH/ORP, CE, OD, turbidez, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-02042	HI9829 con sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-02102	HI9829 con sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-02202	HI9829 con sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-03042	HI9829 con sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, turbidez, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-03102	HI9829 con sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, turbidez, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-03202	HI9829 con sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, turbidez, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-10042	HI9829 con GPS, pH/ORP, CE, OD, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-10102	HI9829 con GPS, pH/ORP, CE, OD, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-10202	HI9829 con GPS, pH/ORP, CE, OD, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-11042	HI9829 con GPS, pH/ORP, CE, OD, Turbidez, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-11102	HI9829 con GPS, pH/ORP, CE, OD, Turbidez, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-11202	HI9829 con GPS, pH/ORP, CE, OD, Turbidez, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-12042	HI9829 con GPS, sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-12102	HI9829 con GPS, sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-12202	HI9829 con GPS, sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, sonda con 20 metros, maletín, 230V
HI9829-13042	HI9829 con GPS, sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, Turbidez, sonda con 4 metros, maletín, 230V
HI9829-13102	HI9829 con GPS, sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, Turbidez, sonda con 10 metros, maletín, 230V
HI9829-13202	HI9829 con GPS, sonda registradora, pH/ORP, CE, OD, Turbidez, sonda con 20 metros, maletín, 230V

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
HI9829-00042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●	
HI9829-00102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●
HI9829-00202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●
HI9829-01042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-01102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-01202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-02042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-02102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-02202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-03042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-03102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-03202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-10042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-10102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-10202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-11042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-11102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-11202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-12042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-12102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-12202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-13042	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-13102	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HI9829-13202	●		●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

GPS (Localización Global por Satélite)

El multiparamétrico HI9829 dispone de antena y receptor GPS de 12 canales, que calcula la posición para localizar los puntos de ubicación junto con los datos de medición. El display muestra coordenadas GPS con hasta 10 parámetros de medición, muestra la potencia de la señal GPS y el número de satélites.



Este sistema permite memorizar la última localización, fecha y hora por si perdiera la señal, y los propios usuarios pueden asociar las coordenadas GPS con localizaciones alfanuméricas.

FAST TRACKER™ Sistema de identificación de Tags.

Una nueva revolución en la gestión de datos organizados.



El sistema iButton de Identificación de Tags de HANNA simplifica el registro de datos. Se pueden instalar iButton-es, con un ID exclusivo para cada uno, en diversos puntos de muestreo. Cuando el lector del medidor contacta con el identificador alfanumérico de posición introducido por el usuario.

La ubicación, fecha, hora y mediciones son registradas en el medidor y pueden ser transferidas a un PC. El sistema Fast Tracker complementa al GPS para una localización fija.

Por qué comprar HANNA instruments

- **Relación directa con el fabricante**
cerca, la mayor fábrica de instrumentos de Europa.
- **Entregas**
en 24/48 horas a toda la península.
- **SAT**
Presupuestos y Reparaciones en 24/48 horas
- **Calibración y Certificación**
Calibración y suministro de Patrones en 48 horas.
- **Asesoramiento y Aplicaciones**
Por teléfono y directo por personal altamente cualificado.
- **Documentación**
en Castellano: Manuales, Catálogos, etc.
en papel y en www.hanna.es

 **HANNA**[®]
instruments

www.hanna.es

info@hanna.es ☎ 902 420 100

7.8 Mapas biológicos para cada índice ecológico en las dos épocas de muestreo.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105

Razón Social /Usuario: **Laboratorio Regional del Agua/JNC**
Dirección: **Chugur**
Ciudad: **Cajamarca / Chugur**
Atención: **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de agua(s) y sedimento(s), procedentes del **Distrito de Chugur - Hualgayoc**.

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 105 -17, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 28 de Febrero de 2017, para la determinación de parámetros Fisicoquímicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo, resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Díaz Saenz
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7383

Cajamarca, 03 de Marzo de 2017.

La validez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev: N°04

Página: 1 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
 N° RUC/DNI **-**
 Dirección **Chugur**
 Persona de contacto **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**
 Ciudad/Provincia/Distrito **Cajamarca / Chugur**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **22.02.17** Hora: **-**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestra **02 Muestras** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos.**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario: Juan Linares Zelada/Marco Sánchez.**

(*) DATOS DE CAMPO		Fecha y Hora					
Parámetro de Campo	Unidad	-	-	-	-	-	-
(*) Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura	°C	-	-	-	-	-	-
(*) Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-

Nota: **No se realizaron parámetro de campo.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 139** Cadena de Custodia **CC - 105 - 17**
 N° Orden de Trabajo **0217105**
 Fecha y Hora de Recepción **23.02.17 17:20** Inicio de Ensayo **23.02.17 17:40**
 Fecha Término de Ensayo **02.03.17 10:00** Reporte Resultado **03.03.17 15:40**
Condiciones Ambientales de Trabajo
 Temperatura ambiental (°C) **22** Humedad Relativa (%) **53**
 Presión atmosférica (mmHg) **554**



Cajamarca, 03 de Marzo de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS				
Código Cliente	P6		P7	-	-	-	-
Código Laboratorio	0217105-01		0217105-03	-	-	-	-
Matriz de Agua	NATURAL		NATURAL	-	-	-	-
Descripción	Superficial		Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Chugur		Chugur	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	<LCM	0.054	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	0.063	0.051	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.029	0.021	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	37.91	8.427	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	0.002	<LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.021	0.090	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.197	0.557	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	2.030	1.608	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	<LCM	0.029	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	0.106	0.230	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.073	0.023	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	0.004	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	9.549	16.49	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	-	-	-
Silice (Si)	mg/L	0.085	2.527	9.367	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.138	0.111	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	-	-	-





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N°
IE 0217105

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,As,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,Tl,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7. Rev 4.4.1994. (Validado). 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado

(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Cajamarca, 03 de Marzo de 2017.





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105A

Razón Social /Usuario: Laboratorio Regional del Agua/UNC
Dirección: Chugur
Ciudad: Cajamarca / Chugur
Atención: Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de sedimento(s), procedentes del **Distrito de Chugur - Hualgayoc.**

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 105 -17, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 23 de Febrero de 2017, para la determinación de parámetros Físicoquímicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo, resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Blgo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7335

Cajamarca, 03 de Marzo de 2017.

La validez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 1 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
 N° RUC/DNI **-**
 Dirección **Chugur**
 Persona de contacto **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**
 Ciudad/Provincia/Distrito **Cajamarca / Chugur**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **22.02.17** Hora: **7:00 a 7:40**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestra **03 Muestras** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos.**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario: Juan Linares Zelada/Marco Sánchez.**

(*) DATOS DE CAMPO			Fecha y Hora				
Parámetro de Campo	Unidad	-	-	-	-	-	-
(*) Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura	°C	-	-	-	-	-	-
(*) Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-

Nota: **No se realizaron parámetro de campo.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 139** Cadena de Custodia **CC - 105 - 17**
 N° Orden de Trabajo **0217105**
 Fecha y Hora de Recepción **23.02.17 17:20** Inicio de Ensayo **23.02.17 17:40**
 Fecha Término de Ensayo **02.03.17 10:00** Reporte Resultado **03.03.17 15:40**
Condiciones Ambientales de Trabajo
 Temperatura ambiental (°C) **22** Humedad Relativa (%) **53**
 Presión atmosférica (mmHg) **554**



Cajamarca, 03 de Marzo de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105A

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			P6	P7	Las Gradás	-	-	-
Código Laboratorio			0217105-02	0217105-04	0217105-05	-	-	-
Matriz			SEDIMENTO	SEDIMENTO	SEDIMENTO	-	-	-
Descripción						-	-	-
Localización de la Muestra			Chugur	Chugur	Chugur	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/Kg	1.700	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/Kg	2.200	8711	11727	6660	-	-	-
Arsénico (As)	mg/Kg	0.300	<LCM	19.60	683.8	-	-	-
Boro (B)	mg/Kg	2.100	<LCM	43.40	30.80	-	-	-
Bario (Ba)	mg/Kg	0.200	76.58	90.39	85.40	-	-	-
Berilio (Be)	mg/Kg	0.200	0.600	0.600	0.400	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/Kg	1.600	55483	35776	<LCM	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/Kg	7.000	<LCM	<LCM	21.20	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/Kg	0.200	4.799	26.60	0.800	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/Kg	0.200	9.197	8.999	4.800	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/Kg	0.200	3.399	26.60	381.6	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/Kg	1.400	15511	22058	74340	-	-	-
Potasio (K)	mg/Kg	1.900	274.5	162.6	192.0	-	-	-
Litio (Li)	mg/Kg	4.900	1765	3694	3886	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/Kg	0.400	1616	2106	1172	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/Kg	1.700	260.3	766.5	52.00	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	0.200	<LCM	<LCM	7.400	-	-	-
Sodio (Na)	mg/Kg	0.200	41.59	37.80	33.40	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/Kg	1.800	8.597	14.00	5.400	-	-	-
Fósforo (P)	mg/Kg	0.200	6964	2888	2024	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/Kg	2.000	10.60	15.60	73.40	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/Kg	0.300	<LCM	<LCM	3.400	-	-	-
Selenio (Se)	mg/Kg	8.500	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Silice (Si)	mg/Kg	0.500	146.6	207.6	356.0	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/Kg	1.700	4.999	6.799	<LCM	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/Kg	8.500	50.38	59.19	16.00	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/Kg	0.200	19.79	140.8	11.00	-	-	-
Talio (Tl)	mg/Kg	0.400	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/Kg	0.300	29.59	35.60	25.20	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/Kg	0.400	108.8	206.0	47.00	-	-	-





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217105A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, P, K, Se, Si, Ag, Na, Sr, Ti, Sn, Tl, V, Zn)	mg/Kg	EPA 200.7, Rev 5.0.2001. Determination of Trace elements in water, solids, and biosolids by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado

(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Cajamarca, 03 de Marzo de 2017.





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070

Razón Social /Usuario: **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
Dirección: **Chugur**
Ciudad: **Cajamarca / Chugur**
Atención: **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de agua(s), procedentes de **Chugur**.

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 070 -17, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 03 de Febrero de 2017, para la determinación de parámetros Físicoquímicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo, resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Juan V. Díaz Saenz
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
C.B.P. 7395

Cajamarca, 13 de Febrero de 2017.

La válidez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 1 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
N° RUC/DNI **26692598**
Dirección **Chugur**
Persona de contacto **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**
Ciudad/Provincia/Distrito **Cajamarca / Chugur**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **03.02.17** Hora: **10:53 a 12:35**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestra **03 Muestra** N° Frascos x muestra **01**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos.**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario: Juan Linares Zelada/Marco Sánchez.**

(*) DATOS DE CAMPO		Fecha y Hora						
Parámetro de Campo	Unidad	-	-	-	-	-	-	-
(*) Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura	°C	-	-	-	-	-	-	-
(*) Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-	-

Nota: **No se realizaron parámetro de campo.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 088** Cadena de Custodia **CC - 070 - 17**
N° Orden de Trabajo **0217070**
Fecha y Hora de Recepción **03.02.17 16:45** Inicio de Ensayo **03.02.17 17:00**
Fecha Término de Ensayo **10.02.17 10:00** Reporte Resultado **13.02.17 15:40**
Condiciones Ambientales de Trabajo
Temperatura ambiental (°C) **22** Humedad Relativa (%) **53**
Presión atmosférica (mmHg) **554**



Cajamarca, 13 de Febrero de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			P 1	P 2	P 3	-	-	-
Código Laboratorio			0217070-01	0217070-02	0217070-03	-	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra			Chugur	Chugur	Chugur	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	0.783	0.087	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	1.620	0.609	<LCM	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	0.196	<LCM	<LCM	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	0.087	0.038	0.049	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.017	0.028	0.020	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	0.005	0.003	0.004	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	85.27	14.13	6.032	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	0.044	0.003	<LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	0.038	0.024	<LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	0.015	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	14.28	0.148	<LCM	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	57.51	0.514	0.073	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.913	0.376	0.337	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.007	<LCM	<LCM	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	4.016	1.646	1.239	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	5.405	0.506	0.013	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	0.086	0.108	0.200	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	0.392	0.044	<LCM	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.206	<LCM	0.032	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	0.084	0.009	<LCM	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	99.00	28.17	7.487	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Silice (Si)	mg/L	0.085	14.03	7.196	13.23	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.189	0.105	0.092	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	0.038	0.013	<LCM	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	6.850	0.754	<LCM	-	-	-



Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 3 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FON: 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,As,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,Ti,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7. Rev 4.4.1994. (Validado). 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa
LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 13 de Febrero de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070A

Razón Social /Usuario: Laboratorio Regional del Agua/UNC
Dirección: Chugur
Ciudad: Cajamarca / Chugur
Atención: Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de sedimentos, procedentes de **Chugur**.

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 070 -17, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 03 de Febrero de 2017, para la determinación de parámetros Físicoquímicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo, resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Juan V. Díaz Saenz
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7395

Cajamarca, 13 de Febrero de 2017.

La validez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas

Cód: RT1-5.10-01. Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 1 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
 N° RUC/DNI **26692598**
 Dirección **Chugur**
 Persona de contacto **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**
 Ciudad/Provincia/Distrito **Cajamarca / Chugur**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **03.02.17** Hora: **10:53 a 12:35**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestra **03 Muestra** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos.**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario: Juan Linares Zelada/Marco Sánchez.**

(*) DATOS DE CAMPO		Fecha y Hora					
Parámetro de Campo	Unidad	-	-	-	-	-	-
(*) Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura	°C	-	-	-	-	-	-
(*) Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-

Nota: **No se realizaron parámetro de campo.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 088** Cadena de Custodia **CC - 070 - 17**
 N° Orden de Trabajo **0217070**
 Fecha y Hora de Recepción **03.02.17** **16:45** Inicio de Ensayo **03.02.17** **17:00**
 Fecha Término de Ensayo **10.02.17** **10:00** Reporte Resultado **13.02.17** **15:40**
Condiciones Ambientales de Trabajo
 Temperatura ambiental (°C) **22** Humedad Relativa (%) **53**
 Presión atmosférica (mmHg) **554**



Cajamarca, 13 de Febrero de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070A

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	PS1	PS2	PS3	-	-	-	-	
Código Laboratorio	0217070-04	0217070-05	0217070-06	-	-	-	-	
Matriz	SEDIMENTO	SEDIMENTO	SEDIMENTO	-	-	-	-	
Descripción	Arenoso	Fangoso	Arenoso	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Chugur	Chugur	Chugur	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/Kg	1.700	3.400	<LCM	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/Kg	2.200	605.3	622.0	2915	-	-	-
Arsénico (As)	mg/Kg	0.300	4250	429.9	11.70	-	-	-
Boro (B)	mg/Kg	2.100	15.70	<LCM	<LCM	-	-	-
Bario (Ba)	mg/Kg	0.200	43.20	31.60	147.8	-	-	-
Berilio (Be)	mg/Kg	0.200	<LCM	<LCM	0.600	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/Kg	1.600	13480	2497	48375	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/Kg	7.000	55.80	9.200	6.050	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/Kg	0.200	21.90	1.400	15.05	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/Kg	0.200	7.900	1.650	10.25	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/Kg	0.200	7780	182.0	25.90	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/Kg	1.400	202000	36925	24185	-	-	-
Potasio (K)	mg/Kg	1.900	683.0	349.2	966.5	-	-	-
Litio (Li)	mg/Kg	4.900	<LCM	<LCM	5.150	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/Kg	0.400	571.7	863.0	4586	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/Kg	1.700	110.6	56.10	1164	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	0.200	0.500	18.10	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/Kg	0.200	11.30	7.700	20.70	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/Kg	1.800	16.60	<LCM	9.400	-	-	-
Fósforo (P)	mg/Kg	0.200	746.3	1241	4096	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/Kg	2.000	512.2	132.8	36.90	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/Kg	0.300	388.4	45.45	0.600	-	-	-
Selenio (Se)	mg/Kg	8.500	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Silice (Si)	mg/Kg	0.500	2311	225.7	431.2	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/Kg	1.700	55.80	<LCM	<LCM	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/Kg	8.500	22.70	10.40	108.9	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/Kg	0.200	84.00	7.050	107.6	-	-	-
Talio (Tl)	mg/Kg	0.400	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/Kg	0.300	26.30	13.25	42.20	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/Kg	0.400	1054	296.7	92.25	-	-	-



Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 3 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratorio.del.agua@regioncajamarca.gob.pe FONO: 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217070A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, P, K, Se, Si, Ag, Na, Sr, Ti, Sn, Ti, V, Zn)	mg/Kg	EPA 200.7. Rev 5.0.2001. Determination of Trace elements in water, solids, and biosolids by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado

(* Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Cajamarca, 13 de Febrero de 2017.





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077

Razón Social /Usuario: **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
Dirección: **Chugur**
Ciudad: **Cajamarca / Chugur**
Atención: **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de agua(s), procedentes del **Distrito de Chugur - Hualgayoc**.

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 077 -17, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 10 de Febrero de 2017, para la determinación de parámetros Físicoquímicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo, resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Juan V. Díaz Saenz
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7395

Cajamarca, 17 de Febrero de 2017.

La validez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razón Social/Usuario **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
N° RUC/DNI **26692598**
Dirección **Chugur**
Persona de contacto **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**
Ciudad/Provincia/Distrito **Cajamarca / Chugur**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **09.02.17** Hora: **11:51 a 13:15**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestra **02 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos.**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario: Juan Linares Zelada/Marco Sánchez.**

(*) DATOS DE CAMPO		Fecha y Hora						
Parámetro de Campo	Unidad	-	-	-	-	-	-	-
(*) Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura	°C	-	-	-	-	-	-	-
(*) Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-	-

Nota: **No se realizaron parámetro de campo.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 103** Cadena de Custodia **CC - 077 - 17**
N° Orden de Trabajo **0217077**
Fecha y Hora de Recepción **10.02.17** **09:40** Inicio de Ensayo **10.02.17** **10:20**
Fecha Término de Ensayo **17.02.17** **10:00** Reporte Resultado **17.02.17** **15:40**
Condiciones Ambientales de Trabajo
Temperatura ambiental (°C) **22** Humedad Relativa (%) **53**
Presión atmosférica (mmHg) **554**



Cajamarca, 17 de Febrero de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	P4 Río San Juan Pampa	P5 Río Tacamacha	-	-	-	-	-	
Código Laboratorio	0217077-01	0217077-02	-	-	-	-	-	
Matriz de Agua	NATURAL	NATURAL	-	-	-	-	-	
Descripción	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Chugur	Chugur	-	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	-	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.031	0.025	-	-	-	
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.021	0.070	0.054	-	-	-	
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.022	0.021	-	-	-	
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-	
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	-	-	-	
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	30.86	7.331	-	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-	
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-	
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	0.039	0.020	-	-	-	
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.155	0.103	-	-	-	
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.891	0.904	-	-	-	
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-	-	
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	1.941	1.026	-	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.038	0.014	-	-	-	
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-	
Sodio (Na)	mg/L	0.018	0.156	0.183	-	-	-	
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	0.004	<LCM	-	-	-	
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.059	0.030	-	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	0.003	0.004	-	-	-	
Azufre (S)	mg/L	0.085	9.119	6.691	-	-	-	
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	-	-	-	
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	-	-	-	
Silice (Si)	mg/L	0.085	6.473	8.203	-	-	-	
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.143	0.087	-	-	-	
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-	-	
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-	-	
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-	-	
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-	-	
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	0.025	<LCM	-	-	-	



Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 3 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONO: 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N°
IE 0217077

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,As,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,Ti,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7. Rev 4.4.1994. (Validado). 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua; su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Cajamarca, 17 de Febrero de 2017.





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077A

Razón Social /Usuario: Laboratorio Regional del Agua/UNC
Dirección: Chugur
Ciudad: Cajamarca / Chugur
Atención: Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de sedimento(s), procedentes del **Distrito de Chugur - Hualgayoc**.

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 077 -17, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 10 de Febrero de 2017, para la determinación de parámetros Físicoquímicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo, resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7395

Cajamarca, 17 de Febrero de 2017.

La validez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 1 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **Laboratorio Regional del Agua/UNC**
N° RUC/DNI **26692598**
Dirección **Chugur**
Persona de contacto **Juan V. Díaz Saenz/ Juan Linares Zelada**
Ciudad/Provincia/Distrito **Cajamarca / Chugur**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **09.02.17** Hora: **11:51 a 13:15**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestra **02 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos.**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario: Juan Linares Zelada/Marco Sánchez.**

(*) DATOS DE CAMPO		Fecha y Hora					
Parámetro de Campo	Unidad	-	-	-	-	-	-
(*) Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura	°C	-	-	-	-	-	-
(*) Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-

Nota: No se realizaron parámetro de campo.

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 103** Cadena de Custodia **CC - 077 - 17**
N° Orden de Trabajo **0217077**
Fecha y Hora de Recepción **10.02.17 09:40** Inicio de Ensayo **10.02.17 10:20**
Fecha Término de Ensayo **17.02.17 10:00** Reporte Resultado **17.02.17 15:40**
Condiciones Ambientales de Trabajo
Temperatura ambiental (°C) **22** Humedad Relativa (%) **53**
Presión atmosférica (mmHg) **554**



Cajamarca, 17 de Febrero de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077A

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	P4 Río San Juan Pampa		P5 Río Tacamacha					
Código Laboratorio	0217077-01		0217077-02					
Matriz	SEDIMENTO		SEDIMENTO					
Descripción	arenoso		arenoso					
Localización de la Muestra	Chugur		Chugur					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/Kg	0.850	<LCM	<LCM	-	-	-	
Aluminio (Al)	mg/Kg	1.100	2.066	<LCM	-	-	-	
Arsénico (As)	mg/Kg	0.150	<LCM	<LCM	-	-	-	
Boro (B)	mg/Kg	1.050	<LCM	<LCM	-	-	-	
Bario (Ba)	mg/Kg	0.100	0.102	<LCM	-	-	-	
Berilio (Be)	mg/Kg	0.100	<LCM	<LCM	-	-	-	
Calcio (Ca)	mg/Kg	0.800	706.3	43.75	-	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/Kg	3.500	<LCM	<LCM	-	-	-	
Cobalto (Co)	mg/Kg	0.100	<LCM	<LCM	-	-	-	
Cromo (Cr)	mg/Kg	0.100	<LCM	<LCM	-	-	-	
Cobre (Cu)	mg/Kg	0.100	0.147	0.124	-	-	-	
Hierro (Fe)	mg/Kg	0.700	34.98	18.73	-	-	-	
Potasio (K)	mg/Kg	2.450	<LCM	<LCM	-	-	-	
Litio (Li)	mg/Kg	0.200	0.620	0.439	-	-	-	
Magnesio (Mg)	mg/Kg	0.850	<LCM	<LCM	-	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/Kg	0.100	7.732	2.046	-	-	-	
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	0.100	1.235	0.335	-	-	-	
Sodio (Na)	mg/Kg	0.900	<LCM	<LCM	-	-	-	
Niquel (Ni)	mg/Kg	0.100	<LCM	<LCM	-	-	-	
Fósforo (P)	mg/Kg	1.000	<LCM	<LCM	-	-	-	
Plomo (Pb)	mg/Kg	0.150	5.922	3.223	-	-	-	
Antimonio (Sb)	mg/Kg	4.250	<LCM	<LCM	-	-	-	
Selenio (Se)	mg/Kg	0.250	<LCM	<LCM	-	-	-	
Silice (Si)	mg/Kg	0.850	<LCM	<LCM	-	-	-	
Estaño (Sn)	mg/Kg	4.250	<LCM	<LCM	-	-	-	
Estroncio (Sr)	mg/Kg	0.100	<LCM	<LCM	-	-	-	
Titanio (Ti)	mg/Kg	0.200	<LCM	<LCM	-	-	-	
Talio (Tl)	mg/Kg	0.150	0.285	0.340	-	-	-	
Vanadio (V)	mg/Kg	0.200	<LCM	<LCM	-	-	-	
Zinc (Zn)	mg/Kg	0.150	<LCM	<LCM	-	-	-	



Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev:N°04

Página: 3 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe FONOS: 598000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0217077A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Al,Sb,As,Ba,Bi,B,Cd, Ca,Cr,Co,Cu,Fe,Pb,Li,Mg,Mn,Mo,Ni,P, K,Se,Si,Ag,Na,Sr,Ti, Sn,Ti,V,Zn)	mg/Kg	EPA 200.7, Rev 5.0.2001, Determination of Trace elements in water, solids, and biosolids by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado

(°) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Cajamarca, 17 de Febrero de 2017.



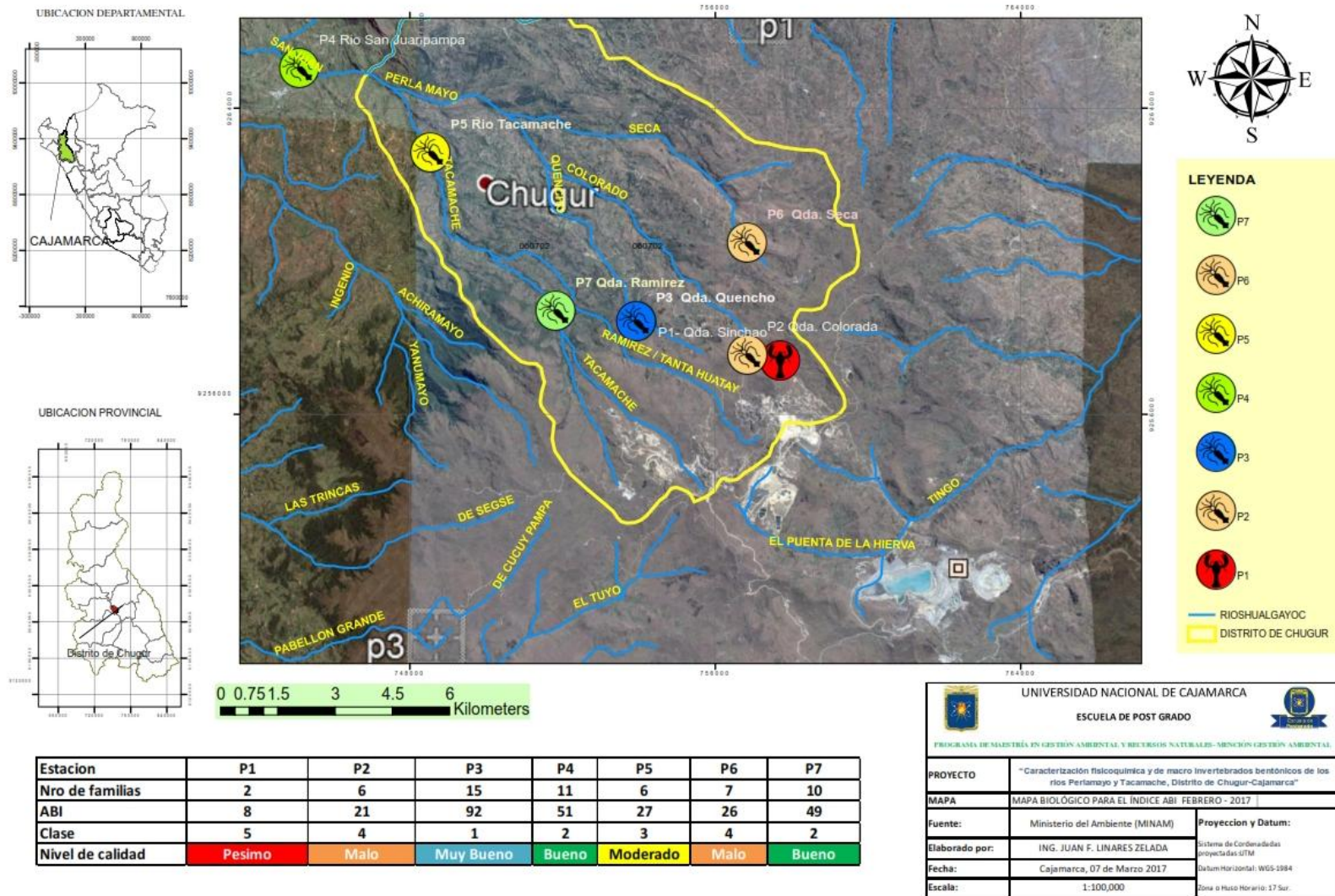


Figura 38. Mapa índice biótico ABI - febrero, 2017.

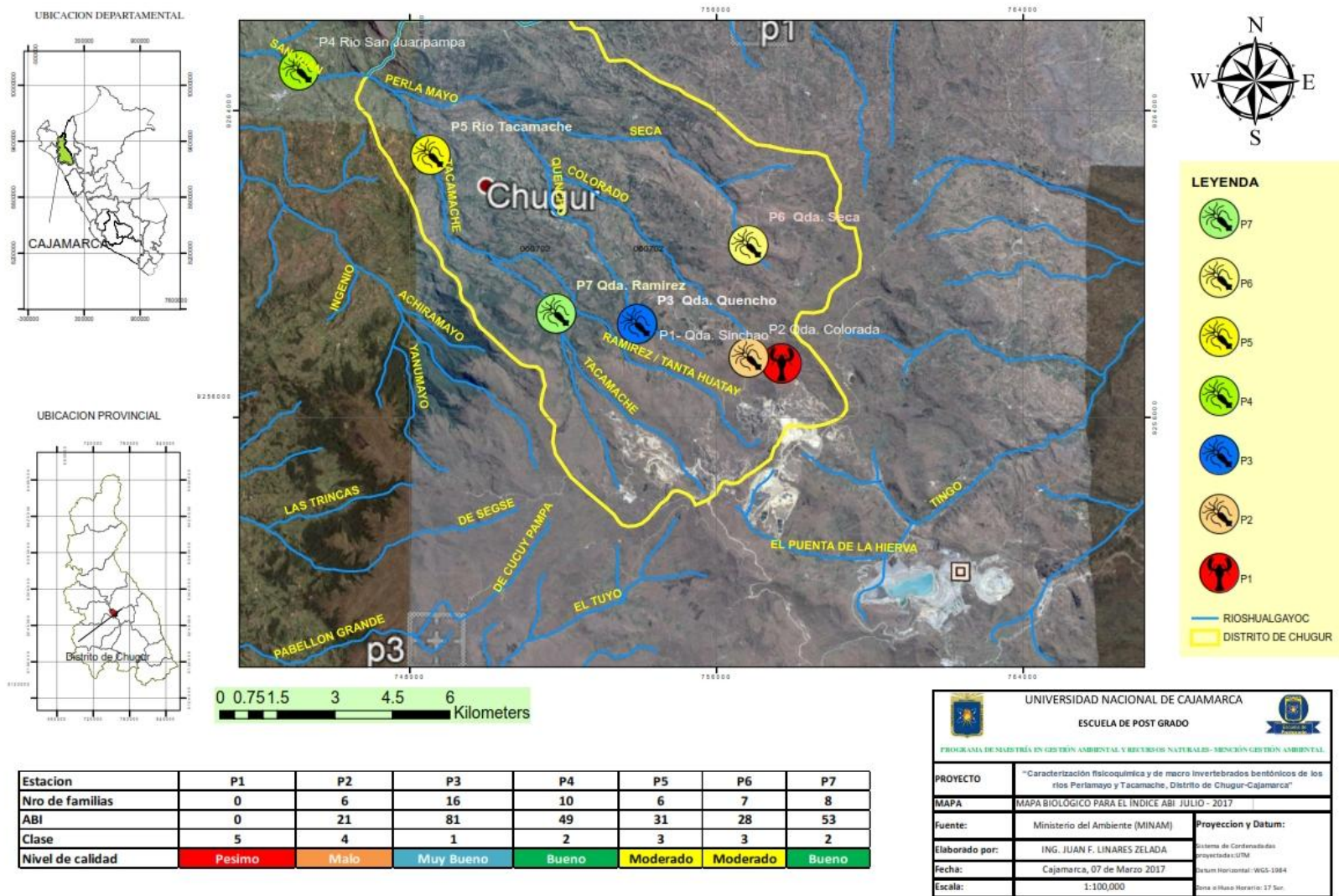


Figura 39. Mapa índice biótico ABI-julio, 2017.

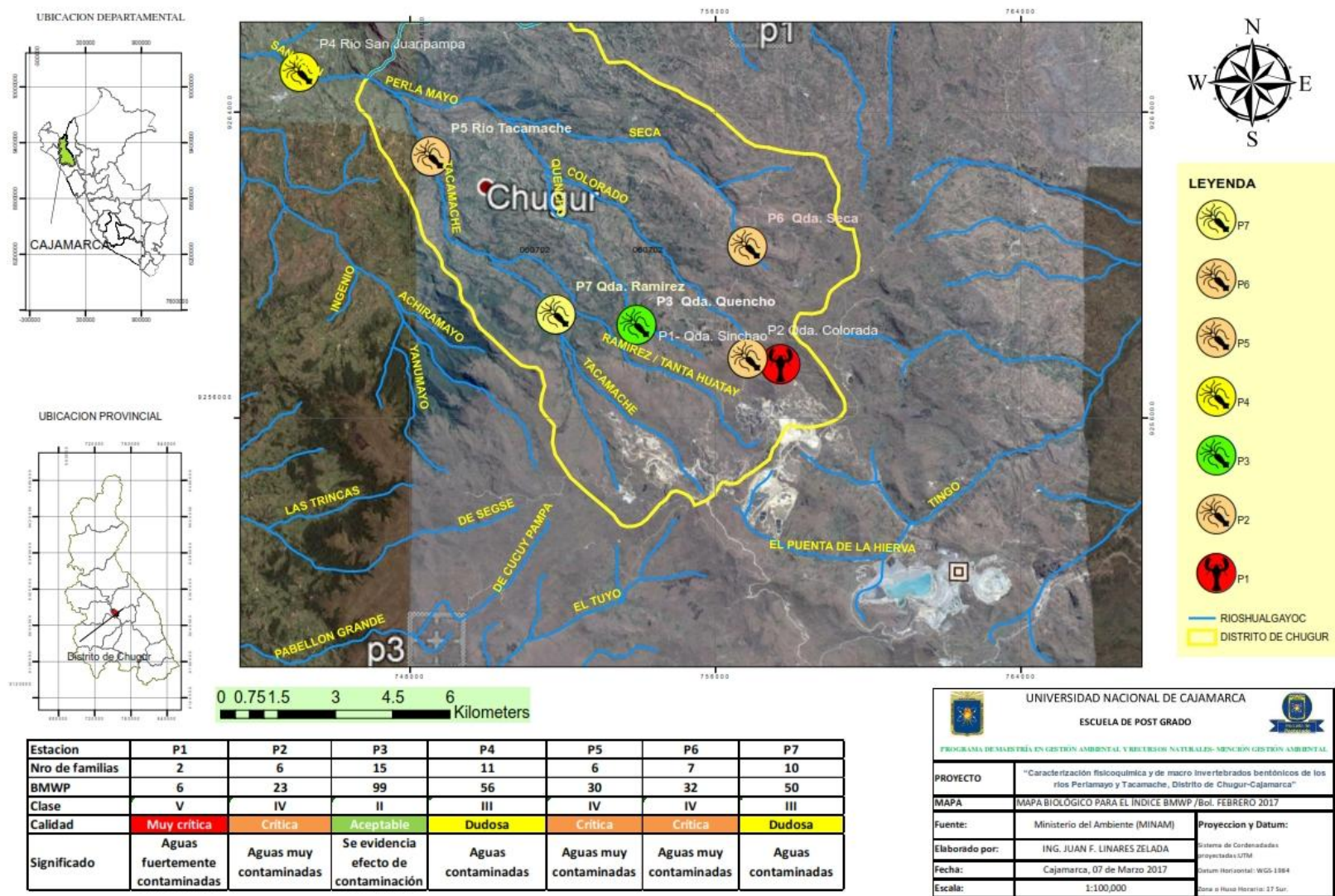


Figura 40. Mapa índice biótico BMWP/Bol - febrero, 2017.

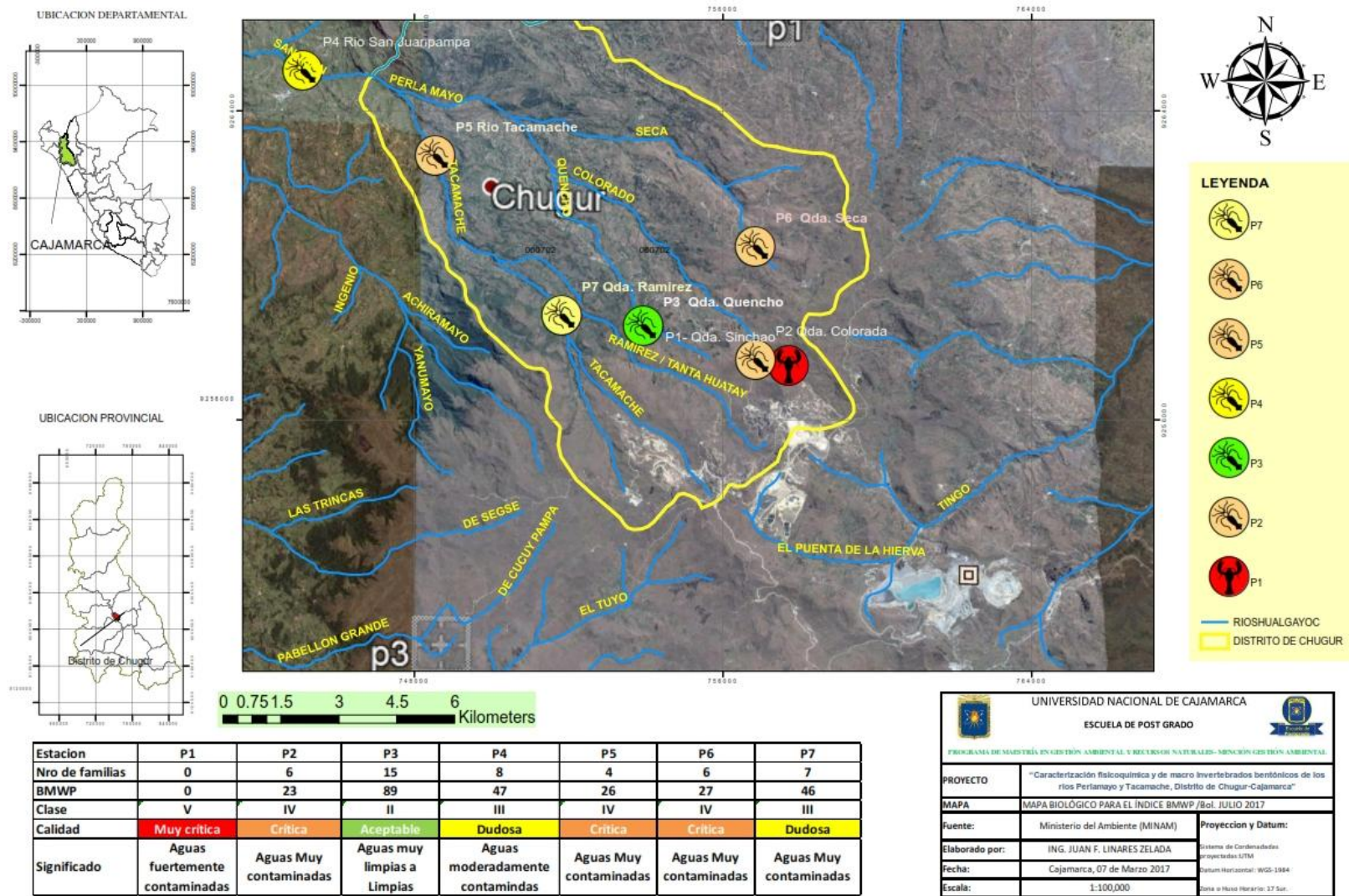


Figura 41. Mapa índice biótico BMWP/Bol - Julio 2017.

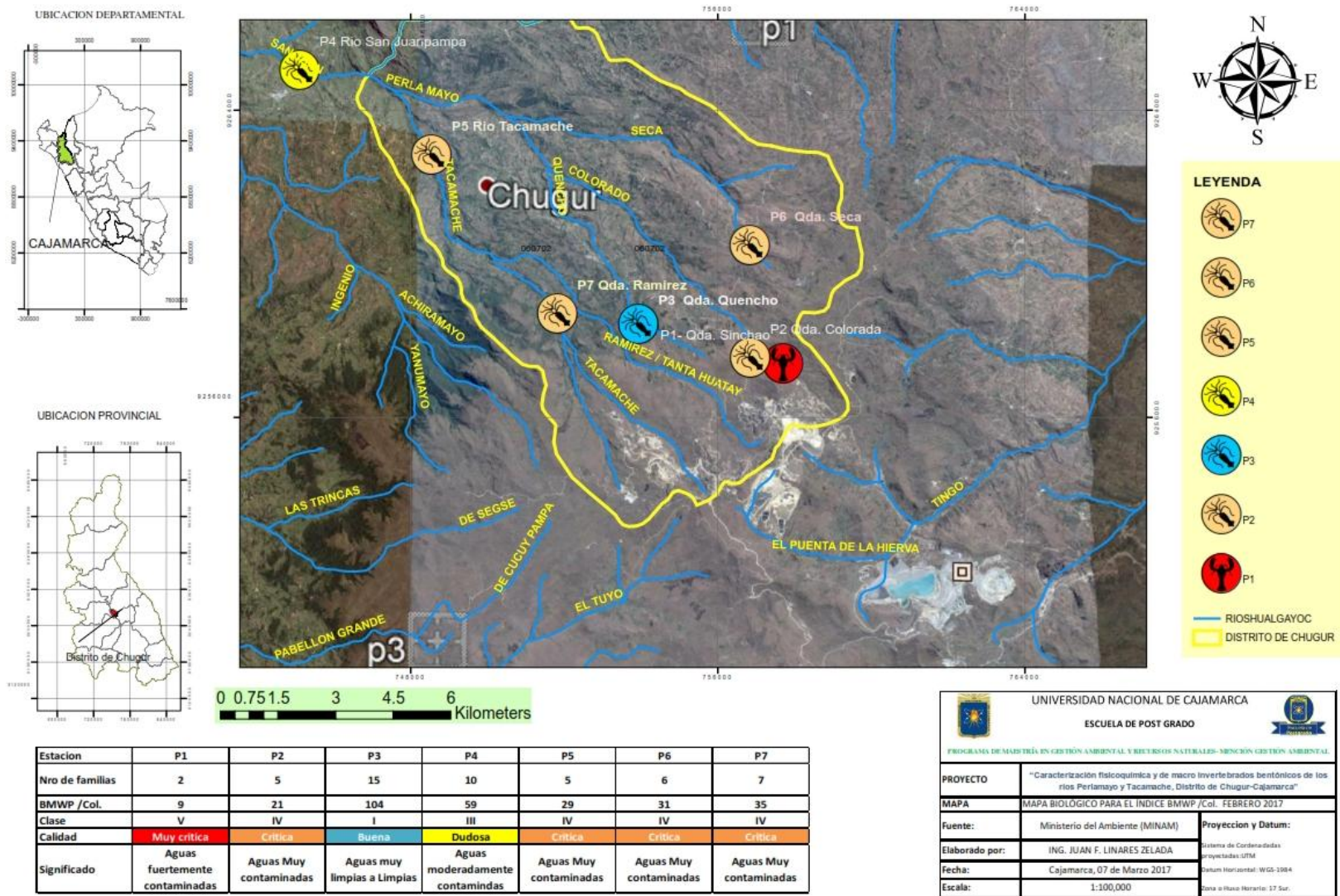


Figura 42. Mapa índice biótico BMWP/Col- febrero, 2017.

MAPA BIOLÓGICO PARA EL ÍNDICE BMWP /Col. JULIO - 2017

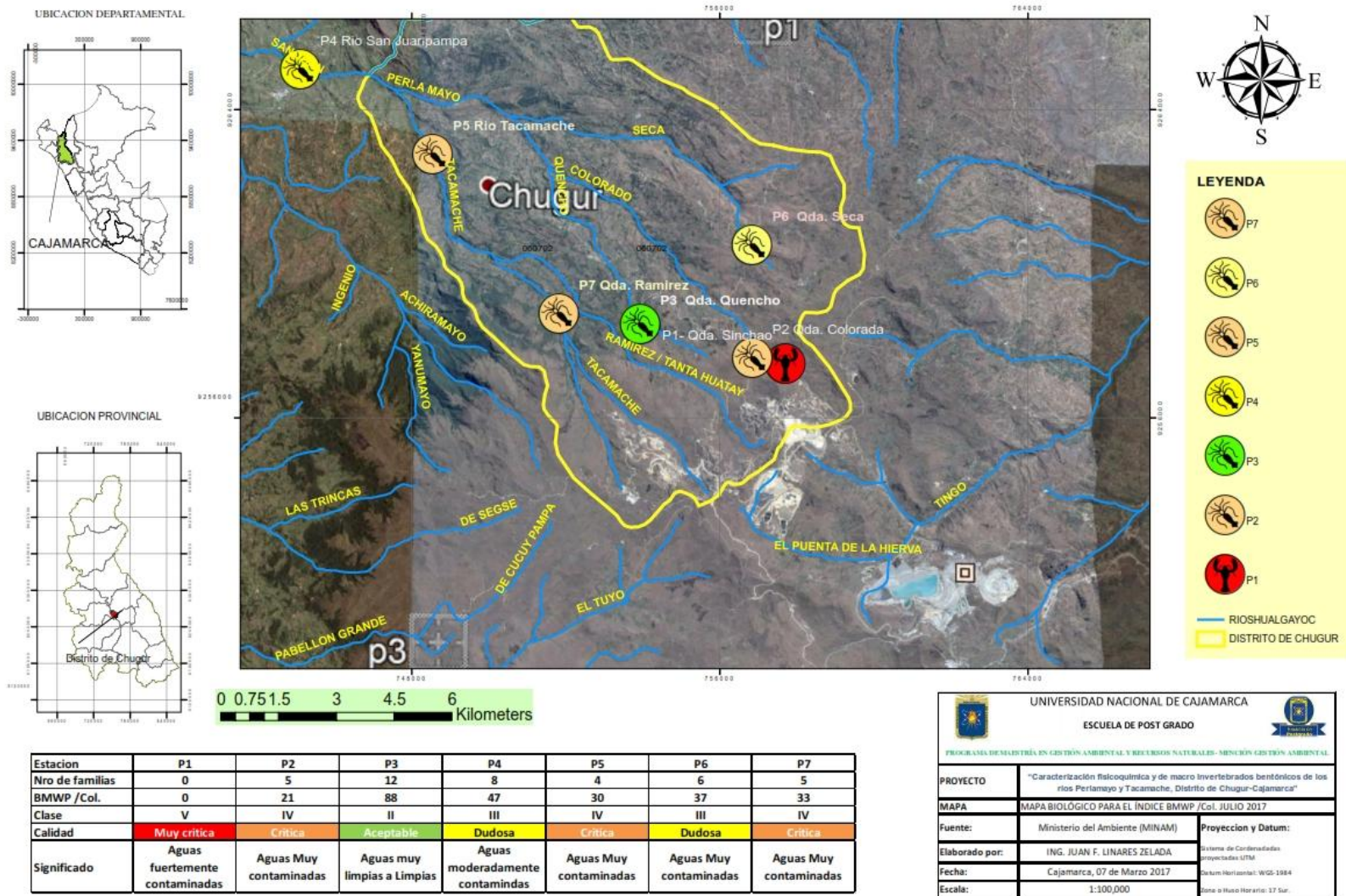


Figura 43. Mapa índice biótico BMWP/Col- julio, 2017.

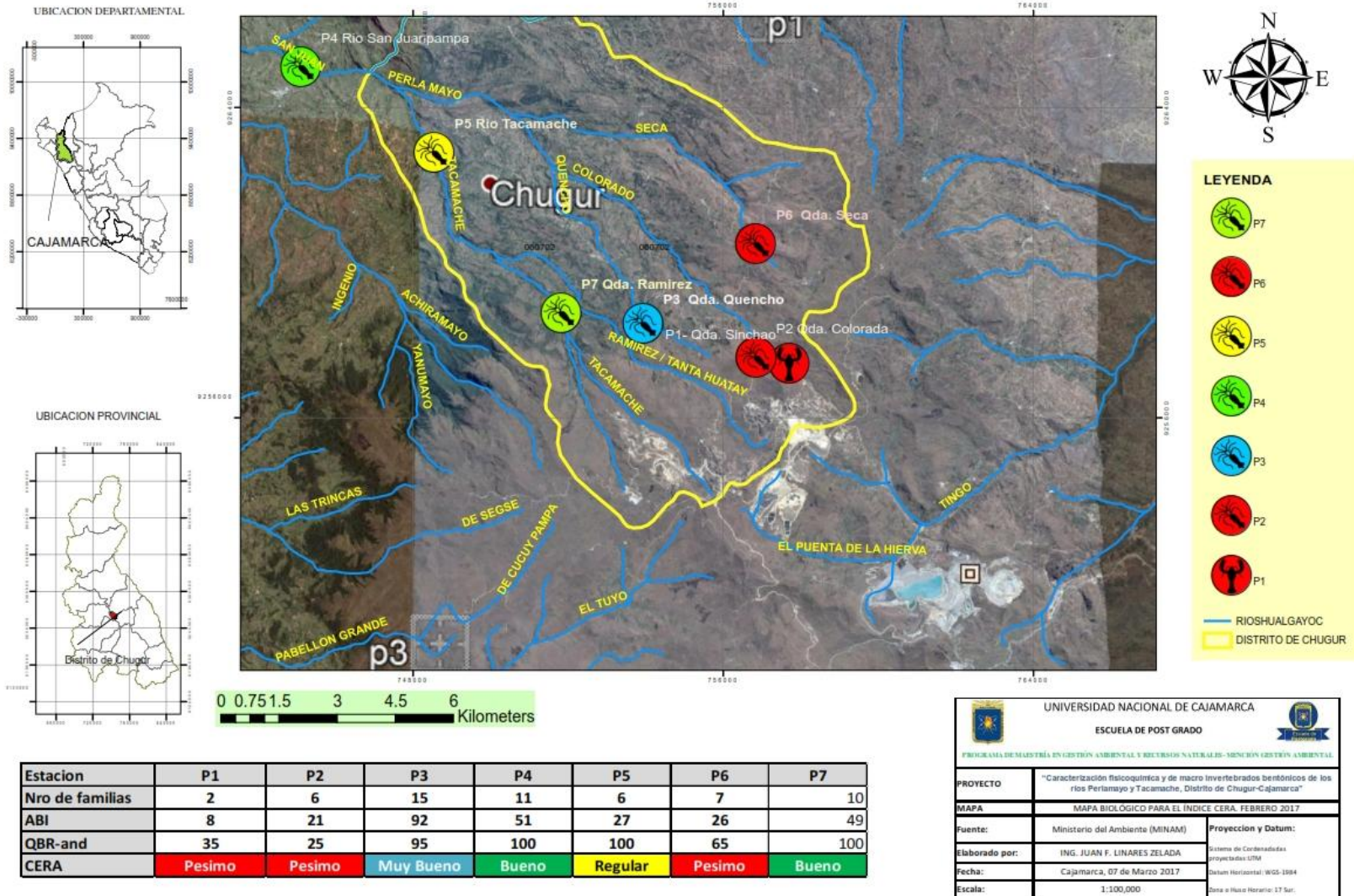


Figura 44. Mapa índice biótico CERA-febrero, 2017.

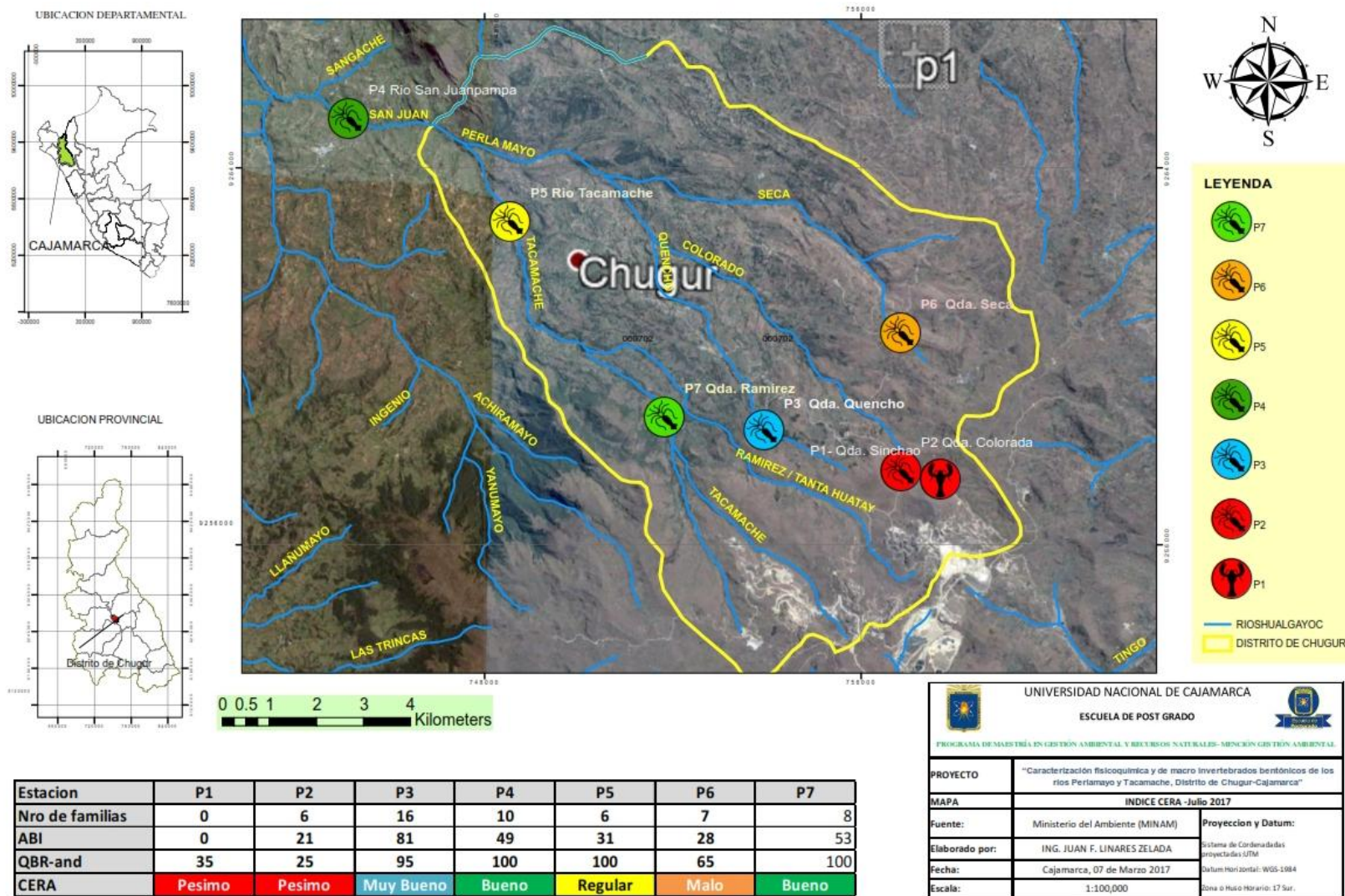


Figura 45. Mapa índice biótico CERA, julio, 2017.

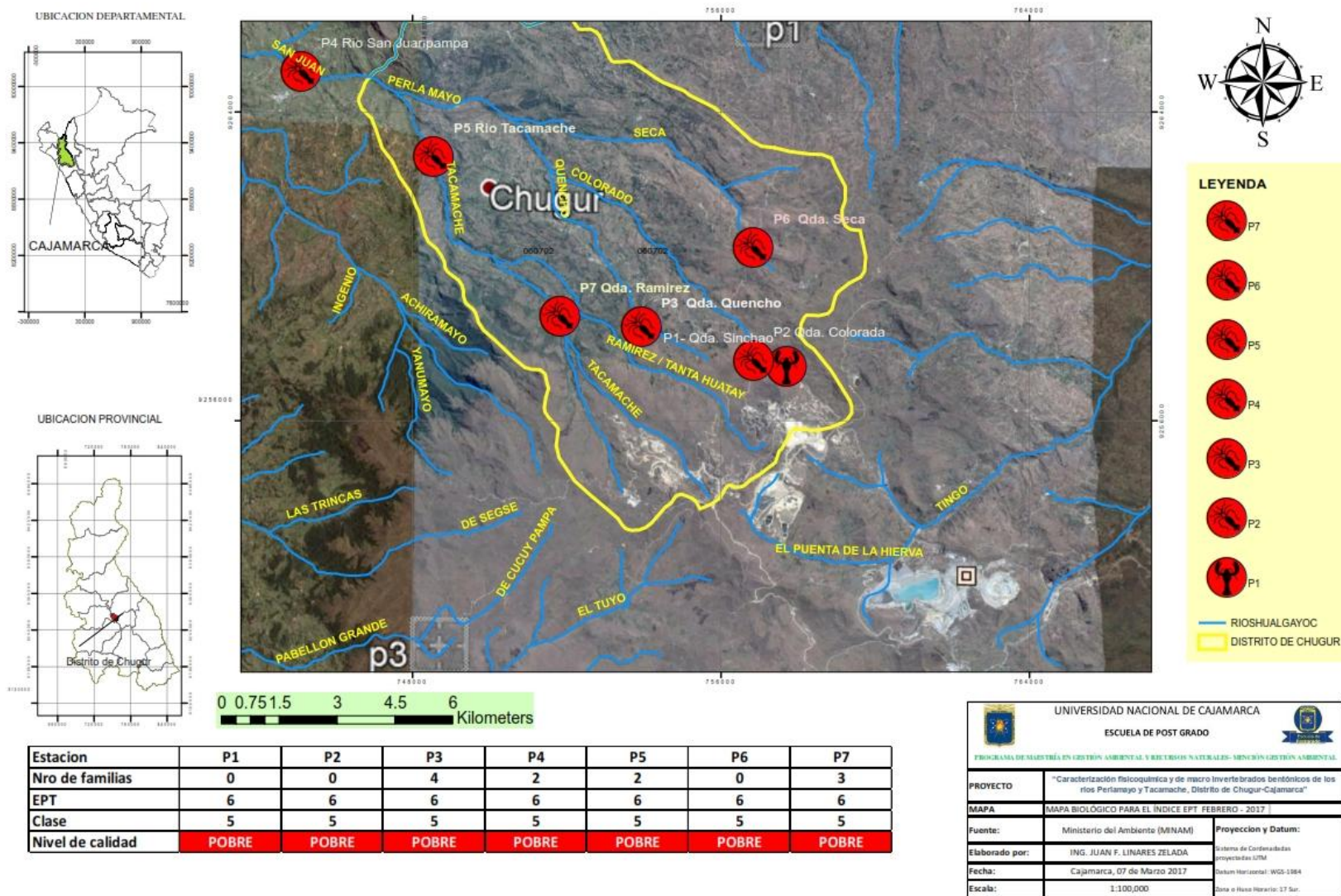


Figura 46. Mapa índice biótico EPT, febrero, 2017.

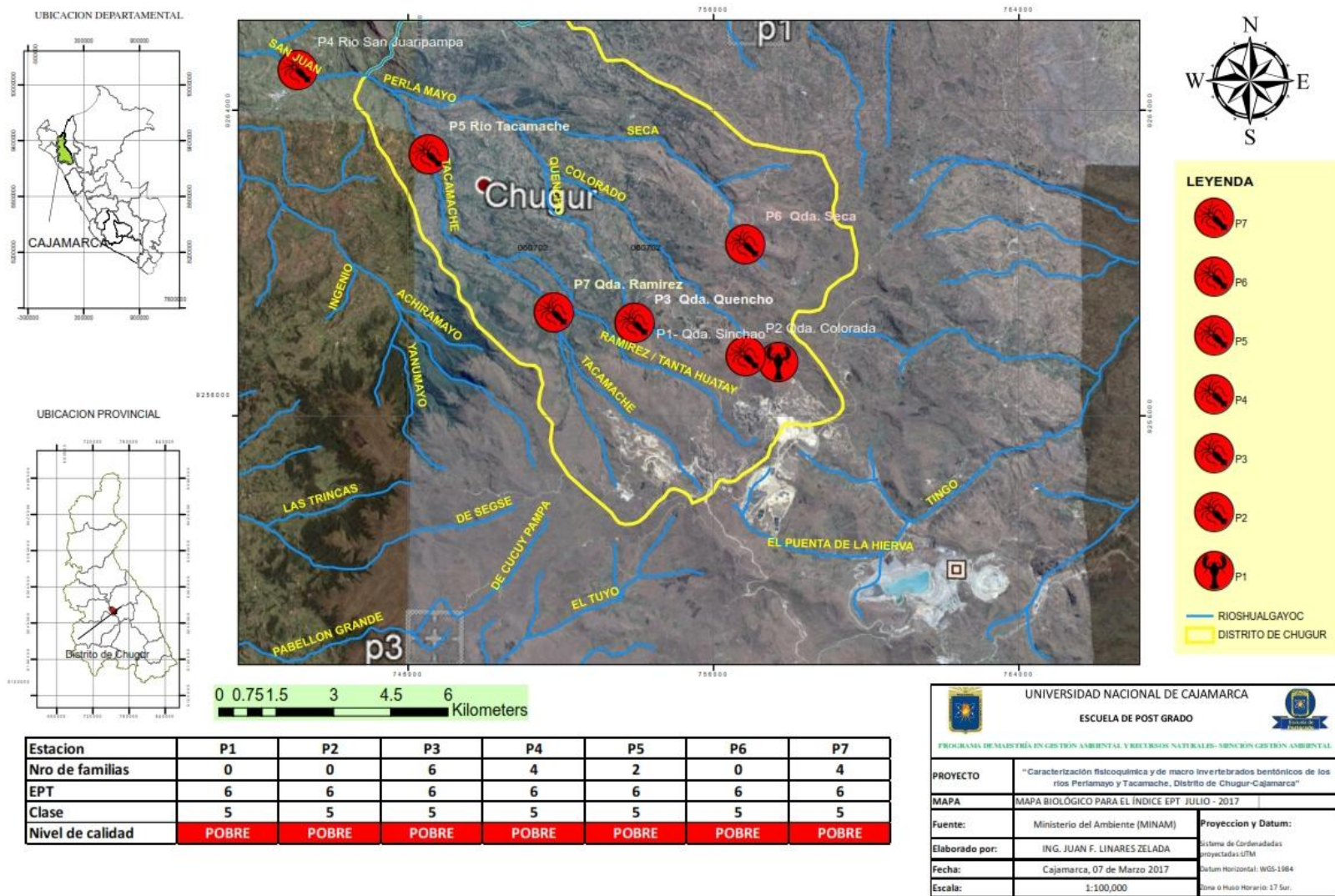


Figura 47. Mapa índice biótico EPT. Julio 2017.

7.9 Estándar de calidad ambiental canadiense (ECA) TEL.

Table 1 Criteria for the assessment of freshwater sediment quality

Group	Substance	Concentrations (mg/kg) ^{a,b}					
		REL	TEL	OEL	PEL	FEL	
<i>Metals and metalloids</i>	Arsenic	4.1	5.9	7.6	17	23	
	Cadmium	0.33	0.60	1.7	3.5	12	
	Chromium	25	37	57	90	120	
	Copper	22	36	63	200	700	
	Lead	25	35	52	91	150	
	Mercury [*]	0.094	0.17	0.25	0.49	0.87	
	Nickel	ND	ND	47	ND	ND	
<i>Organic compounds</i>	Zinc	80	120	170	310	770	
	Total polychlorinated biphenyls (PCBs)	0.025	0.034	0.079	0.28	0.78	
	Nonylphenol and its ethoxylates ^c	ND	1.4	ND	ND	ND	
	PCDD/PCDF (ng tox eq/kg) ^d	0.27	0.85	10	22	36	
	<i>Polycyclic aromatic hydrocarbons</i>	Acenaphthene ^e	0.003 7	0.006 7	0.021	0.089	0.94
		Acenaphthylene ^e	0.003 3	0.005 9	0.030	0.13	0.34
		Anthracene ^e	0.016	0.047	0.11	0.24	1.1
		Benzo[a]anthracene	0.014	0.032	0.12	0.39	0.76
		Benzo[a]pyrene	0.011	0.032	0.15	0.78	3.2
		Chrysene	0.026	0.057	0.24	0.86	1.6
		Dibenzo[a,h]anthracene ^e	0.003 3	0.006 2	0.043	0.14	0.20
		Fluoranthene	0.047	0.11	0.45	2.4	4.9
		Fluorene ^e	0.010	0.021	0.061	0.14	1.2
		2-Methylnaphthalene ^e	0.016	0.020	0.063	0.20	0.38
		Naphthalene ^e	0.017	0.035	0.12	0.39	1.2
		Phenanthrene	0.025	0.042	0.13	0.52	1.1
		Pyrene	0.029	0.053	0.23	0.88	1.5
	<i>Organochlorine pesticides</i>	Chlordane	0.001 5	0.004 5	0.006 7	0.008 9	0.015
		DDD ^{*,f}	0.000 35	0.003 5	0.008 5	0.008 5	0.015
		DDE ^{*,g}	0.000 25	0.001 4	0.002 6	0.006 8	0.019
DDT ^{*,h}		0.000 33	0.001 2	0.003 8	0.004 8	0.010	
Dieldrin [*]		0.000 44	0.002 9	0.003 9	0.006 7	0.017	
Endrin		0.000 63	0.002 7	0.036	0.062	0.33	
Heptachlor epoxide		0.000 26	0.000 60	0.002 7	0.002 7	0.004 0	
Lindane		0.000 22	0.000 94	0.001 4	0.001 4	0.011	
Toxaphene ^{*,i}	ND	0.000 10	ND	ND	ND		

REL: rare effect level; TEL: threshold effect level; OEL: occasional effect level; PEL: probable effect level; FEL: frequent effect level

^{*} For these persistent, bioaccumulative and toxic substances (SLV 2000 1999), bioaccumulation effects may be observed in aquatic, avian and terrestrial consumers at various trophic levels. These effects are not taken into consideration in the quality criteria presented here. Information on this subject is presented in Section 3.1 and in point 2 of Section 5.2.

^a The values have been rounded to two significant digits. The shaded columns contain the CCME values and the non-shaded columns the additional reference values.

^b All the values are expressed as milligrams per kilogram (mg/kg) of dry sediment, except for the PCDD/PCDF values, which are expressed as nanograms per kilogram (ng tox eq/kg).

^c Value determined by the CCME (2002b) using the equilibrium partitioning method and assuming a total organic carbon (TOC) level of 1%. The calculation is based on toxicity equivalency factors (Appendix 1).

^d PCDD/PCDF: Polychlorinated dibenzo-p-dioxins/polychlorinated dibenzofurans; values are expressed in toxicity equivalency units (1). In accordance with the CCME protocol, the initial values obtained during the calculation of quality criteria were divided by a safety factor of 10.

^e The values calculated for marine sediments were adopted by default.

^f DDD: 2,2-bis(p-chlorophenyl)-1,1-dichloroethane or dichlorodiphenyldichloroethane. This criterion applies to the sum of the p,p' and o,p' isomers.

^g DDE: 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethylene or dichlorodiphenyldichloroethylene. This criterion applies to the sum of p,p' and o,p' isomers.

^h DDT: 2,2-bis(p-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane or dichlorodiphenyltrichloroethane. This criterion applies to the sum of the p,p' and o,p' isomers.

ⁱ New York State Department of Environmental Conservation (1994) value adopted by the CCME (2002c). The value was derived by using the equilibrium partitioning method and assuming a total organic carbon (TOC) level of 1%.

ND: Not determined.

Figura 48. ECA canadiense TEL.

7.10 Panel Fotográfico.



Figura 49. P1. Quebrada Sinchao. Aguas abajo.

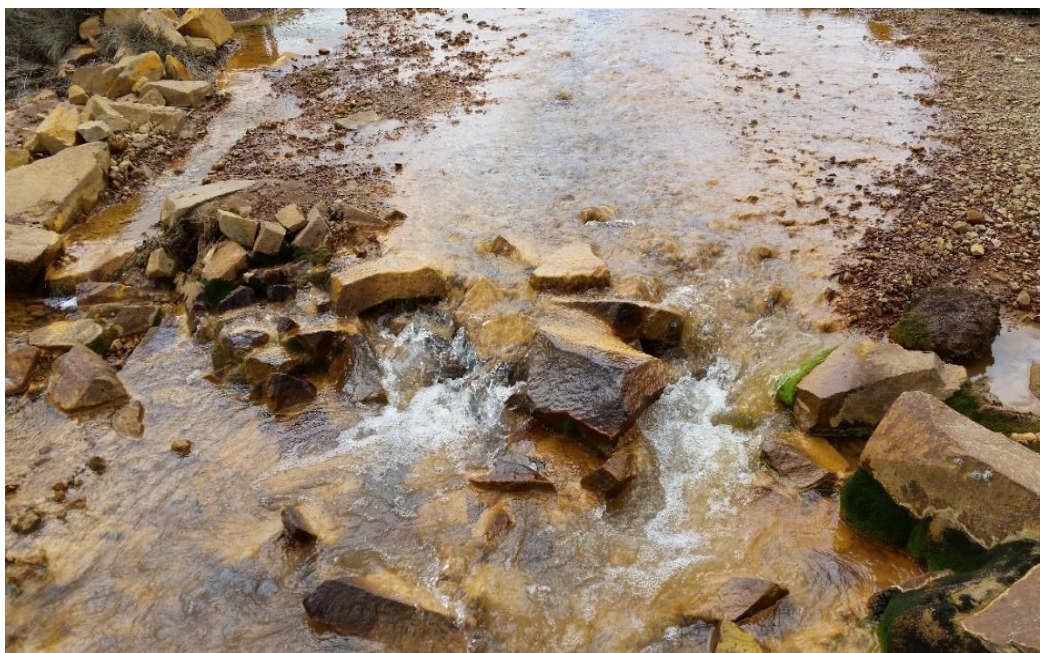


Figura 50.P1. Quebrada Sinchao, punto de monitoreo.



Figura 51. P2. Quebrada Colorada.



Figura 52. P3. Quebrada Quencho.



Figura 53. P4. Rio San Juan Pampa.





Figura 54. P5. Río Tacamache.

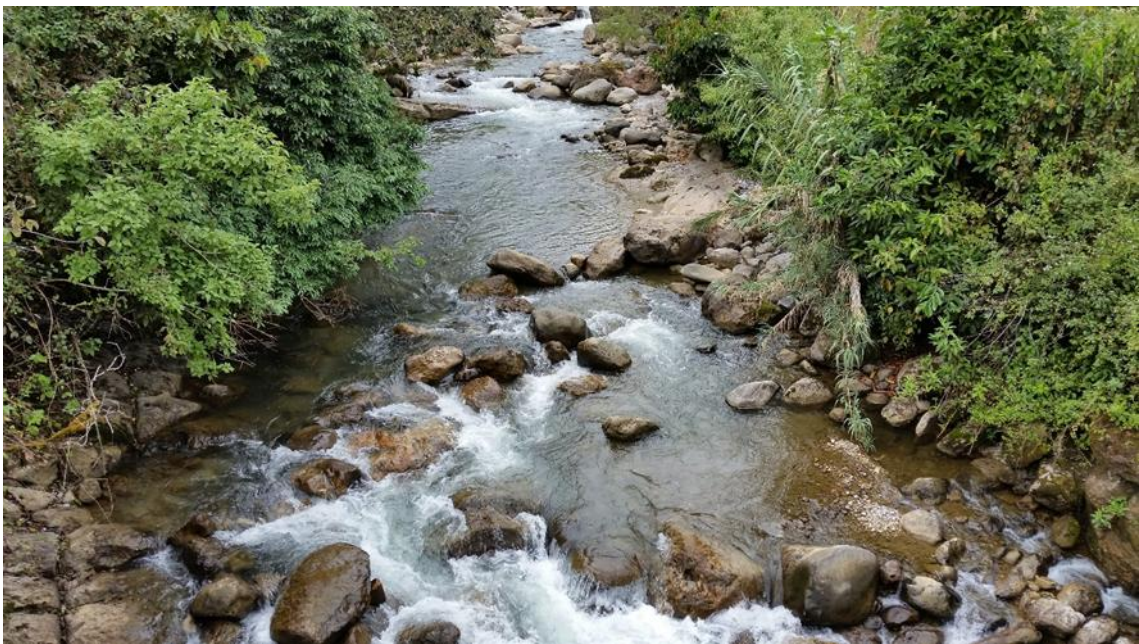




Figura 55. P6. Quebrada Seca.





Figura 56 P7. Quebrada Ramirez-Tantahuayay.



PANEL FOTOGRÁFICO- FASE LABORATORIO



Figura 57. Lavado de muestras en laboratorio de ecología UNC.



Figura 58. Preparación de muestras.



Figura 59. Evaluación y conteo de macroinvertebrados.



Figura 60. Separación macroinvertebrados