

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE
LA CUENCA HIDROGRÁFICA PUCARA MEDIANTE EL CÁLCULO DEL
ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE) PARA EL PERÍODO (2012-2020) Y
PROPUESTA DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL**

Tesis presentada por la Bachiller:

Robles Machaca, Ayrthon Rodo

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Ambiental

Asesor:

**Mg. Arenazas Rodríguez, Armando
Jacinto**

Arequipa- Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AMBIENTAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Octubre del 2021

Dictamen: 002026-C-EPIA-2021

Visto el borrador del expediente 002026, presentado por:

2014801801 - ROBLES MACHACA AYRTHON RODO

Titulado:

**DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS PRINCIPALES RIOS DE LA CUENCA
HIDROGRAFICA PUCARA MEDIANTE EL CALCULO DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA-PE)
PARA EL PERIODO (2012-2020) Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**3043 - PAREDES ZAVALA JOSHELYN MARIANGELA
DICTAMINADOR**



**3196 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR**



**3302 - BENEGAS LLANOS ROSARIO CAROLINA
DICTAMINADOR**

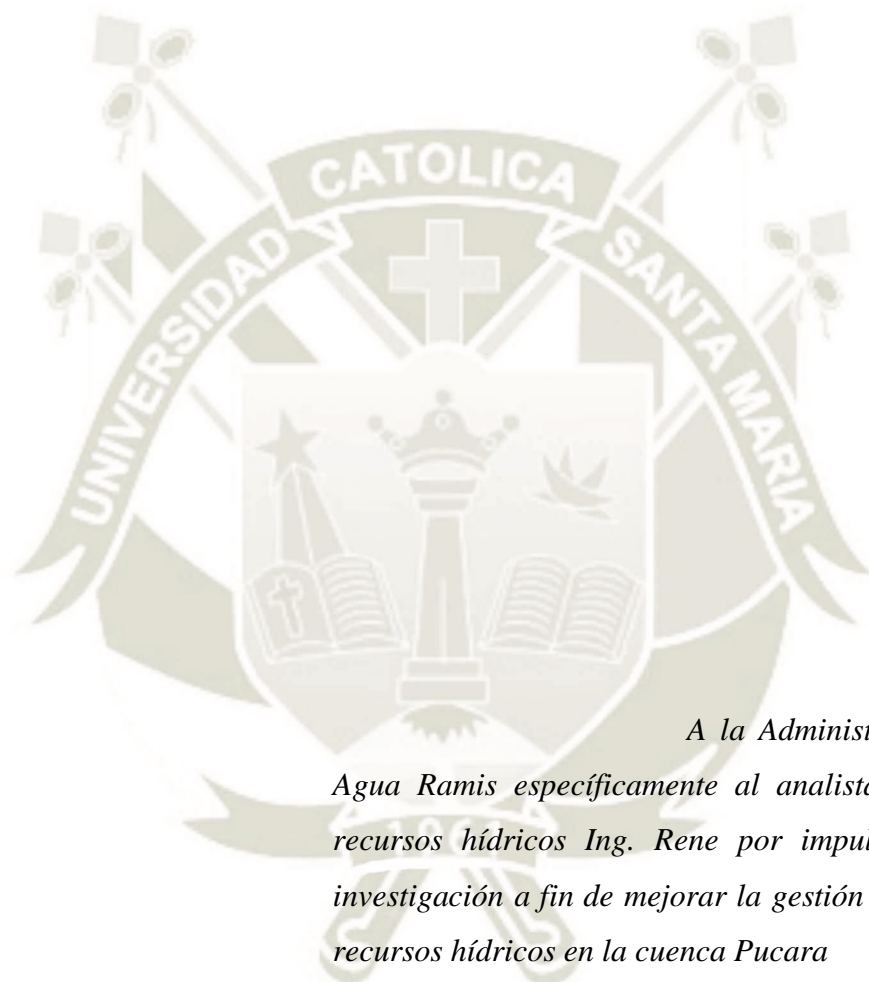


DEDICATORIA

Dedico la presente investigación en primer a lugar a Dios y a la virgencita Candelaria por protegerme y permitirme desarrollarme en una época tan difícil para la humanidad, en segundo lugar, dedico la presente investigación a mis padres Rodolfo e Ivette que siempre me proporcionaron amor, cariño y valores que me formaron como una persona de bien. A mis abuelitos Panchito y Damiana por siempre confiar en mí y por último, dedico la presente investigación en memoria a mis familiares, amigos y conocidos víctimas de la pandemia ocasionada por el COVID-19.



AGRADECIMIENTO



A la Administración Local de Agua Ramis específicamente al analista en calidad de recursos hídricos Ing. Rene por impulsar la presente investigación a fin de mejorar la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca Pucara

A la Universidad Católica de Santa María, por formarme con valores éticos y aptitudes profesionales que permiten un desarrollo óptimo en mi carrera profesional.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue diagnosticar la calidad del agua de los principales ríos de la cuenca Pucara para el período 2012-2020, utilizando como metodología el índice de calidad de agua (ICA-PE) de la Autoridad Nacional del Agua y proponer medidas de manejo ambiental. Para el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) se solicitó los resultados de monitoreo de la calidad del Agua de la cuenca Pucara a la Autoridad Nacional del Agua (19 puntos de monitoreo) , para la caracterización de las variables ambientales, económicas y sociales de la cuenca Pucara se elaboraron mapas temáticos mediante el software ArcMap 10.5, asimismo, se identificó las fuentes de contaminación de los cuerpos hídricos de la cuenca Pucara y toma de parámetros de campo de las mismas, en base a los resultados obtenidos se elaboraron fichas donde se proponen las medidas de manejo ambiental para cada uno de los principales ríos de la cuenca Pucara según corresponda. De los resultados, se pudo caracterizar las principales actividades en el ámbito de la cuenca Pucara que son la agricultura (cultivos transitorios), ganadería (ovino y vacuno) y actividad minera en la cabecera de Cuenca y la cobertura vegetal predominante es el pajonal andino, las fuentes de contaminación identificadas a lo largo de la cuenca Pucara pertenecen a los vertimientos de aguas residuales municipales, industriales (mineros y lácteos) y botaderos de residuos sólidos ubicados en cercanía a los cuerpos hídricos. Los puntos de monitoreo codificados como RPuca1, RPuca2, RPata1, RPata2, RAYav1, RChaq1, RChaq2 y RMaca1 correspondientes a los ríos Pucara, Pataqueña, Ayaviri (curso medio), Chaquelle y Macarimayo (curso alto) presentaron una calidad de agua Excelente, los puntos de monitoreo de codificados como RStro1, RStro3, RAYav2 y RMaca2; correspondiente a los ríos Santa Rosa (curso alto y bajo), Ayaviri (curso bajo) y Macarimayo (curso bajo) presentaron una calidad de agua Buena, los puntos de monitoreo codificados como RChac1, RChac2, RChac3 y RLlal1; correspondientes a los ríos Chacapalca y Llallimayo presentaron una calidad de agua Regular y los puntos de monitoreo codificados como QLuch1, RAzuf1 y RStro2; correspondientes a los ríos Azufrini, Santa Rosa (curso medio) y quebrada Luchusani presentaron una calidad de agua Mala, las medidas de manejo ambiental propuestas son la sensibilización ambiental en materia de recursos hídricos, estudios técnicos de calidad de agua apta de riego (hidro geoquímica), reubicación de botaderos municipales, implementación de tecnologías ambientales que permitan recuperar la calidad del agua de los ríos en investigación, por lo que se concluye, que en el ámbito de la cuenca

Pucara los ríos ubicados en la cabecera de cuenca necesitan una intervención inmediata que les permita recuperar sus objetivos de calidad para que la afectación no repercuta en cuenca media y baja, asimismo, mejorar el tratamiento de los efluentes de los sistemas de tratamiento de agua residual municipal en los distritos de Santa Rosa, Ocuwiri, Macari y Ayaviri.

Palabras Clave: Índice de calidad de agua, fuentes contaminantes, medidas de manejo ambiental.



ABSTRACT

The objective of this research was to diagnose the water quality in the main rivers of the Pucara basin during the period 2012-2020. It was used the Water Quality Index (ICA-PE) as the diagnostic methodology to calculate the water quality in the 19 monitoring points of the basin. The information was requested to the National Water Authority and the ArcMap10 software was used to prepare thematic maps to characterize the environmental, economic, and social variables of the Pucara basin. They were identified the sources of contamination in each water bodies of the Pucara basin, and their field parameters were taken too. Based on the results obtained, environmental management measures were proposed for each of the main rivers in the Pucara basin. The research let us also, identify the main activities around the area of the basin. The agriculture (temporary crops), livestock (sheep and cattle) and mining in the headwaters of the basin. The predominant vegetation cover is the Andean grassland. On the other hand, the sources of contamination identified along the Pucara basin are municipal wastewater discharges, industrial (mining and dairy) and solid waste dumps located near the water bodies.

The monitoring points coded as RPuca1, RPuca2, RPata1, RPata2, RAyav1, RChaq1, RChaq2 and RMaca1 corresponding to the Pucara, Pataqueña, Ayaviri (middle course), Chaquelle and Macarimayo (upper course) rivers presented Excellent Water Quality, the monitoring points coded as RStro1, RStro3, RAyav2 and RMaca2; The Santa Rosa (upper and lower course), Ayaviri (lower course) and Macarimayo (lower course) rivers had Good Water Quality, the monitoring points coded as RChac1, RChac2, RChac3 and RLlal1; the Chacopalca and Llallimayo rivers had Regular Water Quality and the monitoring points coded as QLuch1, RAzuf1 and RStro2 corresponding to the Azufrini, Santa Rosa (middle course) and Quebrada Luchusani had Bad Water Quality.

The environmental management measures proposed are environmental awareness on water resources, technical studies of water quality suitable for irrigation (hydro geochemical), relocation of municipal dumps, implementation of environmental technologies to recover the water quality of the rivers under investigation. Therefore, it is concluded that in the Pucara basin, the rivers located in the headwaters of the basin need immediate intervention to recover their quality objectives, so, that the impact does not affect the middle and lower

basin. Finally, to improve the treatment of effluents from the municipal wastewater treatment systems in the districts of Santa Rosa, Ocuvi, Macari and Ayaviri.

Key words: Water quality index, sources of contamination, environmental management measures.



INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para la vida y el desarrollo de comunidades esto implica que el recurso hídrico debe de ser administrado de una forma integral en beneficio de los ecosistemas que hacen uso de sus servicios, esto con lleva a las sociedades a asumir responsabilidades entorno a su cantidad, calidad, conservación y control de uso adecuado para los fines que las autoridades dispongan. En la actualidad, la exigencia en términos de calidad y cantidad por parte de los diferentes sectores poblacionales, energéticos, agricultura, industriales, etc. Ocasionan que los recursos hídricos sean sometidos a la vulnerabilidad de la contaminación. (Martínez Valdés & Villalejo García, 2018)

Los seres humanos realizamos diferentes actividades relacionadas al uso de los recursos hídricos, generando una afectación en sus variables químicas, físicos y biológicas de los cuerpos hídricos, debido a que no respetamos la capacidad de autodepuración y de regeneración de la naturaleza cuando no preservamos el medio ambiente del cual hacemos beneficio estos impactos negativos puede repercutir en nosotros. (Danos, 2018)

La actividad minera se ha constituido como una de las actividades principales en las sociedades, sin embargo, ha generado un alto grado de contaminación del agua, por el tipo de explotación y transformación de los recursos mineros que generan una gran cantidad de residuos tanto en su forma líquida como sólida que entran en contacto con el ambiente. (Paccara Zela, 2019)

La evaluación de la calidad del agua se realiza a partir de un conjunto de variables físicas, químicas y biológicas, que nos proporcionan resultados obtenidos en un laboratorio que solo son interpretados y/o analizados por profesionales entendidos en la materia. El uso de los índices de calidad de agua (ICA), facilitan la comunicación de los resultados obtenidos y estos se expresen de manera comprensible para todas las partes interesadas en conocer la calidad del recurso hídrico en estudio, una manera de contribuir a la mejor interpretación y entendimiento de los datos de monitoreo de las aguas es a través de los Índices de calidad de Agua (ICA), que son herramientas que permiten asignar un valor de calidad a partir del análisis de diversos parámetros, la idea es convertir los datos en información y está en conocimiento. (Tunas, 2014)

El objetivo general de la presente investigación fue diagnosticar la calidad del agua de los principales ríos de la cuenca hidrográfica Pucara mediante el cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE) para el período (2012-2020) y proponer medidas de manejo ambiental, para desarrollar la investigación se realizó en primer lugar una caracterización de los componentes ambientales, sociales y económicos mediante la elaboración de Mapas temáticos que permiten representar las características de la cuenca Pucara, seguidamente se hizo un recorrido en campo para poder identificar las fuentes contaminantes de la cuenca Pucara, posteriormente se recopiló los informes técnicos de la Administración Local de Agua Ramis que contienen los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el ámbito de la Cuenca Pucara para poder determinar el Índice de Calidad de Agua aplicando la metodología establecida en la Resolución Jefatural N° 068-2018- ANA “Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales” la cual está basada en la metodología Canadiense.

En base a los resultados de la caracterización de la cuenca Pucara, identificación de fuentes contaminantes y la determinación del ICA-PE para los 19 puntos de monitoreo, se pudo proponer medidas de manejo ambiental que permitan prevenir, reducir, mitigar, remediar o restaurar los impactos negativos presentes en los recursos hídricos estudiados en la presente investigación.

La presente tesis consta de las siguientes partes: CAPÍTULO I: Planteamiento del Problema, CAPÍTULO II: Fundamento Teórico, CAPÍTULO III: Metodología. CAPÍTULO IV: Resultados y Discusión, CAPÍTULO V: Conclusiones, recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Problemática de la investigación.....	1
1.2. Justificación.....	3
1.2.1. Ambiental.....	3
1.2.2. Social.....	4
1.2.3. Económica.....	4
1.2.4. Tecnológica.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes de la investigación Internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes de la investigación Nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes de la investigación locales.....	8
2.2. Marco teórico.....	9
2.2.1. Cuenca hidrográfica.....	9
2.2.2. Contaminación del agua.....	10
2.2.3. Calidad del agua.....	11

2.2.4. Índices de calidad de agua.....	11
2.2.5. Índice de calidad de agua ICA-PE	12
2.2.6. Parámetros de calidad de agua	14
2.2.7. Clasificación de los cuerpos naturales de agua	19
2.2.8. Estándares de calidad ambiental	20
2.2.9. Fuentes de contaminación del agua.....	27
2.2.10. Medidas de manejo ambiental.....	28
2.3. Marco legal.....	29
3. METODOLOGÍA	30
3.1. Tipo y nivel de investigación	30
3.2. Materiales y equipos	30
3.3. Área de estudio.....	30
3.3.1. Cuenca hidrográfica pucara.....	30
3.3.2. Red de monitoreo de la calidad de agua.....	31
3.4. Métodos de investigación.....	34
3.4.1. Elaboración de mapas temáticos de las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.	34
3.4.2. Identificación de las fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca Pucara.....	34
3.4.3. Determinación del índice de calidad de agua (ICA-PE) de los principales ríos de la cuenca Pucara para el período 2012-2020.....	34
3.4.4. Elaboración de propuestas de manejo ambiental para los principales ríos de la cuenca Pucara.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Resultados	37
4.1.1. Elaboración de mapas temáticos de las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.	37

4.1.2. Identificación de las fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca Pucara.....	49
4.1.3. Determinación del índice de calidad de agua (ICA-PE) de los principales ríos de la cuenca Pucara para el período 2012-2020.....	52
4.1.4. Elaboración de propuestas de manejo ambiental para los principales ríos de la cuenca Pucara.....	59
4.2. Discusión.....	70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. Conclusiones	76
5.2. Recomendaciones.....	77
Referencias	79
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Interpretación de Calificación ICA-PE	14
Tabla 2: Descripción de parámetros de calidad de agua	15
Tabla 3: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 1: Poblacional y Recreacional	21
Tabla 4: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales.....	25
Tabla 5: Principales ríos de la Unidad Hidrográfica Pucara	31
Tabla 6: Red de monitoreo de Agua cuenca Pucara.....	32
Tabla 7: Licencias de uso de agua cuenca Pucara	42
Tabla 8: Parámetros seleccionados.....	52
Tabla 9: Valores del Alcance (F1).....	54
Tabla 10: Valores del Frecuencia (F2)	55
Tabla 11: Valores del Amplitud (F3)	56

Tabla 12: Índices de Calidad de agua (ICA-PE)	57
Tabla 13: Medidas de Manejo Ambiental Quebrada Luchusani	59
Tabla 14: Medidas de Manejo Ambiental Río Azufrini	60
Tabla 15: Medidas de Manejo Ambiental Río Pataqueña	61
Tabla 16: Medidas de Manejo Ambiental Río Chacapalca	62
Tabla 17: Medidas de Manejo Ambiental Río Llallimayo	63
Tabla 18: Medidas de Manejo Ambiental Río Chaquelle	64
Tabla 19: Medidas de Manejo Ambiental Río Macarimayo	65
Tabla 20: Medidas de Manejo Ambiental Río Santa Rosa.....	66
Tabla 21: Medidas de Manejo Ambiental Río Ayaviri	67
Tabla 22: Medidas de Manejo Ambiental Río Pucara.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de uso mayor de suelos cuenca Pucara	37
Figura 2: Mapa catastro minero de la cuenca Pucara	39
Figura 3: Porcentaje de concesiones mineras en la cuenca Pucara	40
Figura 4: Mapa de licencias de uso de agua en la cuenca Pucara	41
Figura 5: Mapa cobertura vegetal en la cuenca Pucara	43
Figura 6: Mapa zonas de vida de la cuenca Pucara	45
Figura 7: Mapa distritos de la cuenca Pucara	47
Figura 8: Mapa de los centros poblados de la cuenca Pucara	48
Figura 9: Fuentes de contaminación en el ámbito de la cuenca Pucara	49
Figura 10: Mapa del índice de calidad de agua de la cuenca Pucara 2012-2020	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MAPA DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA CUENCA PUCARA.....	87
ANEXO 2: MAPA DE LA RED DE MONTIREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA PUCARA	88
ANEXO 3: USO MAYOR DE SUELOS EN LA CUENCA PUCARA	89
Tabla A. 1: Clase y descripción de usos mayor de suelos en la cuenca Pucara	89
ANEXO 4: CONCESIONES MINERAS EN LA CUENCA PUCARA	90
Tabla A. 2: Titular, ubicación y estado de las concesiones mineras de la cuenca Pucara...	90
ANEXO 5: IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.....	93
Tabla A. 3: Descripción, clasificación, ubicación y toma de parámetros de campo de vertimientos de aguas residuales municipales de la cuenca Pucara	93
Tabla A. 4: Descripción, clasificación, ubicación y toma de parámetros de campo de vertimientos de aguas residuales industriales de la cuenca Pucara	98
Tabla A. 5: Descripción, clasificación y ubicación botadores de residuos sólidos de gestión municipal de la cuenca Pucara.....	100
ANEXO 6: CÁLCULOS	101
Tabla A. 6: Calculo del valor de alcance (f1) para los puntos de monitoreo de la cuenca Pucara	101
Tabla A. 7: Calculo del valor de frecuencia (f2) para los puntos de monitoreo de la cuenca Pucara	102
Tabla A. 8: Calculo del valor de amplitud (f3) para los puntos de monitoreo de la cuenca Pucara	103
Tabla A.8.1: Cálculo de Valores de amplitud F3 para la quebrada Luchusani durante los años 2012 – 2020 – Punto QLuch1	104
Tabla A.8.2: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Azufrini durante los años 2012 – 2020 – Punto QAzuf1	105
Tabla A.8.3: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pataqueña durante los años 2012 – 2020 – Punto RPata1	106

Tabla A.8.4: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pataqueña durante los años 2012 – 2020 – Punto RPata2	107
Tabla A.8.5: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chacapalca durante los años 2012 – 2020 – Punto RChac1	108
Tabla A.8.6: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chacapalca durante los años 2012 – 2020 – Punto RChac2	109
Tabla A.8.7: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chacapalca durante los años 2012 – 2020 – Punto RChac3	110
Tabla A.8.8: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Llallimayo durante los años 2012 – 2020 – Punto RLlal1	111
Tabla A.8.9: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Santa Rosa durante los años 2012 – 2020 – Punto RStro1	112
Tabla A.8.10: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Santa Rosa durante los años 2012 – 2020 – Punto RStro2	113
Tabla A.8.11: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Santa Rosa durante los años 2012 – 2020 – Punto RStro3	114
Tabla A.8.12: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pucara durante los años 2012 – 2020 – Punto RPuca1	115
Tabla A.8.13: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pucara durante los años 2012 – 2020 – Punto RPuca2	116
Tabla A.8.14: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Ayaviri durante los años 2012 – 2020 – Punto RAYav1	117
Tabla A.8.15: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Ayaviri durante los años 2012 – 2020 – Punto RAYav2	118
Tabla A.8.16: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chaquelle durante los años 2012 – 2020 – Punto RChaq1	119
Tabla A.8.17: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chaquelle durante los años 2012 – 2020 – Punto RChaq2	120
Tabla A.8.18: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Macarimayo durante los años 2012 – 2020 – Punto RMaca1	121

Tabla A.8.19: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chaquelle durante los años 2012 – 2020 – Punto RMaca2	122
ANEXO 7: PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	123
Tabla A.9: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en la Quebrada Luchusani 2012-2020.....	123
Tabla A.10: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Azufrini 2012-2020	124
Tabla A.11: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Pataqueña 2012-2020	125
Tabla A.12: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Chacapalca 2012-2020	127
Tabla A.13: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Llallimayo 2012-2020	130
Tabla A.14: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Santa Rosa 2012-2020.....	131
Tabla A.15: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Pucara 2012-2020.....	134
Tabla A.16: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Ayaviri 2012-2020.....	136
Tabla A.17: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Chaquelle 2012-2020.....	138
Tabla A.18: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Macarimayo 2012-2020.....	140
ANEXO 8: INFORMES DE MONITOREO.....	142
Tabla A.19: Resultados de monitoreo de agua para el año 2012 en la cuenca Pucara.....	143
Tabla A.20: Resultados de monitoreo de agua para el año 2013 en la cuenca Pucara.....	146
Tabla A.21: Resultados de monitoreo de agua para el año 2014 en la cuenca Pucara.....	148
Tabla A.22: Resultados de monitoreo de agua para el año 2015 en la cuenca Pucara.....	150
Tabla A.23: Resultados de monitoreo de agua para el año 2016 en la cuenca Pucara.....	151

Tabla A.24: Resultados de monitoreo de agua para el año 2017 en la cuenca Pucara..... 152

Tabla A.25: Resultados de monitoreo de agua para el año 2018 en la cuenca Pucara..... 153

Tabla A.26: Resultados de monitoreo de agua para el año 2019 en la cuenca Pucara..... 154

Tabla A.27: Resultados de monitoreo de agua para el año 2020 en la cuenca Pucara..... 156



Capítulo I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problemática de la investigación

La problemática que se presenta en la cuenca Pucara se refleja en las paralizaciones organizadas por la sociedad civil que denuncia la muerte de sus animales por consumir agua contaminada de los principales ríos de la cuenca Pucara, agua que proviene de la cabecera de cuenca que recibe el vertimiento minero de la empresa ARUNTANI S.A.C. Aunado a ello la falta de toma de acciones y/o decisiones por parte de las entidades fiscalizadores en materia ambiental como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), incrementaron el descontento social y la contaminación de los principales ríos de la cuenca Pucara.

El agua es un recurso natural abundante en la naturaleza, pero de distribución irregular, tanto en el espacio, como en el tiempo; es un factor indispensable para el desarrollo económico y social de las sociedades (Guevara, 2015, p. 5). Y es por ello que debe ser conservada y manejada dentro de estándares de calidad ambiental adecuados, en el año 2016, se establece una mesa de diálogo conformada por el Ministerio del Ambiente (MINAM), la oficina Nacional de diálogo y Sostenibilidad de la Presidencia de Consejo de Ministros, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Gobierno Regional de Puno, y diferentes alcaldes de los distritos afectados, para abordar la problemática socio ambiental vivida por la contaminación de los principales ríos de la cuenca Pucara.

La alteración de la calidad de los cuerpos naturales de aguas continentales, debido a las actividades poblacionales y productivas, constituye un problema complejo a nivel de cuencas hidrográficas debido a que una afectación en cabecera de cuenca puede repercutir a la parte media y baja de la cuenca.

En la cuenca Pucara se tiene diferentes derechos del uso del agua, para las principales actividades económicas de las poblaciones asentadas a lo largo de la cuenca y cada uno de estos derechos de usos de agua son vigilados y monitoreados por la Autoridad Nacional del Agua mediante la Administración Local de Agua Ramis administración perteneciente a la Autoridad Administrativa del Agua Titicaca. Las principales

afectaciones a los cuerpos hídricos principales de la cuenca Pucara se deben a los vertimientos por parte de las empresas mineras ubicadas en la cabecera de cuenca, industrias lácteas, aguas residuales domésticas, actividades inadecuadas del agua y disposición final inadecuada de residuos sólidos aledaños a los cuerpos hídricos. La afectación de la calidad de los recursos hídricos receptores de dichos vertimientos y/o actividades condicionan la calidad del agua en diferentes parámetros monitoreados según los resultados proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua. Que por consecuente genera una afectación a los Servicios Eco sistémicos que brindan cada uno de esos cuerpos hídricos los cuales repercuten en las actividades económicas, sociales y ambientales situadas en la Cuenca Pucara. Asimismo, a la sociedad civil ante una contaminación del agua reflejada en las consecuencias ambientales, sociales y económicas solicitaron al Gobierno Regional de Puno la Declaratoria de Emergencia de la microcuenca Llallimayo ubicada en la Cuenca Pucara la cual quedo sin efecto en el año 2019.

Asimismo, en el distrito de Ayaviri, se encuentra la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Aguas del Altiplano S.R.L., la cual se ha visto afectada por la contaminación generada en la parte Alta de la Cuenca Pucara, debido a que la población se niega a seguir consumiendo agua proveniente de la cabecera de cuenca, este problema aqueja al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, ya que se contemplaba construir una nueva Planta de Tratamiento de Agua Potable en el Marco del Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU). El presupuesto asignado por el MVCS hacia la Municipalidad Provincial de Melgar quedara perdido de no encontrar un estudio que compruebe la calidad del agua que se tiene a lo largo de la cuenca Pucara, un estudio que refleje el comportamiento de los principales ríos de la cuenca Pucara a lo largo de los años.

La evaluación de la calidad de agua comúnmente se realiza a partir de un conjunto de variables físicas, químicas y biológicas en un programa de monitoreo que proporciona resultados de monitoreo que son interpretados por especialistas y expertos en la materia. Debido a la importancia que tiene la calidad de las aguas en el desarrollo de las comunidades es imprescindible que estos resultados sean comprendidos tanto por expertos y las comunidades. (Samboni et al., 2007, p. 10)

Por esta razón realizar un diagnóstico a nivel de Cuenca de la calidad de agua mediante la aplicación del Índice de Calidad de agua (ICA) de los principales ríos en un período de tiempo 2012-2020 y las propuestas de manejo ambiental en base a los

resultados del diagnóstico en la Cuenca Pucara, permitirá a la sociedad civil y a las autoridades correspondientes, comprender, analizar y mejorar la toma de decisiones en relación a proyectos que busquen mejorar los servicios eco sistémicos que brindan los principales ríos de la Cuenca Pucara.

1.2. Justificación

1.2.1. Ambiental

La calidad del agua de los principales ríos de la cuenca Pucara a lo largo de los años fue superando los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos por el Ministerio del Ambiente, en diferentes parámetros, concentraciones y puntos de la red de monitoreo de la calidad de agua de la Autoridad Nacional del Agua, esta alteración de los cuerpos hídricos presenta diferentes causas, como es el vertimiento de aguas ácidas de actividades mineras en el río Azufrini el cual tributa al río Chacapalca el mismo que tributa al río Llallimayo y por consecuente a los ríos ubicados en cuenca media y baja. Asimismo, se presentan vertimientos de aguas residuales domesticas con tratamientos escasos o sin tratamiento en los principales distritos ubicados en la Cuenca Pucara como son Santa Rosa, Llallí, Ayaviri, Macari y Pucara, la disposición final inadecuada de residuos sólidos en cercanía a los ríos es otro de las causas de las alteraciones químicas, físicas y biológicas que se presentan en los principales ríos de la cuenca Pucara, estas alteraciones afectan los servicios eco sistémicos (regulación hídrica, calidad de agua, control de sedimentos, conservación de cobertura vegetal, etc.) que brindan los principales ríos a la flora, fauna y la sociedad civil que viven en la Cuenca Pucara. A lo largo de los años la pérdida de la fauna acuática y cabezas de ganado bovino y vacuno en la cabecera de cuenca es un problema recurrente debido a que ingieren el agua de los ríos, asimismo, la capacidad depuradora de los ríos se ha visto afectada generando cambios organolépticos, químicos y biológicos que alteran a todo el ecosistema que hace beneficio de los cuerpos hídricos.

1.2.2. Social

Uno de los conflictos socio ambientales de mayor envergadura del departamento de Puno se encuentra en la parte alta de cuenca Pucara, el conflicto socio ambiental se origina a raíz de la denuncia de los pobladores del distrito de Llalli y Ocuviro indicando que la empresa minera ARUNTANI S.A.C, realiza vertimiento de aguas verdosas sin tratamiento alguno originando la contaminación de los ríos, la cual repercute en cuenca media y baja, estos reclamados se fueron masificando es por ello que la sociedad civil forma el “Frente de Defensa de los Recursos Hídricos la cuenca Llallimayo”, la cual convoca a más de 20 paralizaciones a la actualidad a fin de solicitar un Plan de trabajo de remediación de los principales ríos de la Cuenca Pucara al Ministerio del Ambiente y sus representantes ediles.

1.2.3. Económica

Las principales actividades económicas en el ámbito de la Cuenca Pucara son la agricultura y ganadería, la cual se ha visto afectada por la calidad del agua que proporcionan los principales ríos de la Cuenca Pucara. Cabe mencionar que la Provincia de Melgar es considerada la Capital Ganadera del Perú. Asimismo, aquellos proyectos de inversión a favor del desarrollo de las principales ciudades en el ámbito de la cuenca Pucara, se han visto paralizadas por la propia sociedad civil que se niega a utilizar agua proveniente de los principales ríos de la Cuenca Pucara por el grado de contaminación que alegan que existen las poblaciones.

1.2.4. Tecnológica

La falta de uso de datos geoespaciales limita la comprensión de los estudios existentes en la cuenca Pucara. El manejo de datos espaciales permite comprender de una manera integral las condiciones sociales, ambientales y económicas a nivel de cuenca asimismo los equipos (multiparámetro, ensayos en laboratorio, GPS) permitirán medir, caracterizar, evaluar y diagnosticar la calidad de agua superficial de los principales ríos de la Cuenca Pucara.

1.2.5. Institucional

El conflicto socio ambiental en la Cuenca Pucara repercute de manera institucional a la Autoridad Nacional del Agua y al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental que han perdido credibilidad por los resultados de monitoreo que realizan año tras año y no proporcionan una opinión final acerca de la calidad de agua de los principales ríos, asimismo, la EPS Aguas del Altiplano S.R.L. empresa del sector saneamiento urbano, se ha visto afectada en proyectos de inversión asignados por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento que se encuentran paralizados por la incertidumbre de la calidad del agua del río Ayaviri uno de los principales ríos de la Cuenca Pucara.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diagnosticar la calidad del agua de los principales ríos de la Cuenca Hidrográfica Pucara mediante la aplicación del Índice de Calidad de Agua para el período 2012-2020 y proponer medidas de manejo ambiental.

1.3.2. Objetivos específicos

- OE1 Elaborar mapas temáticos de las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.
- OE2 Identificar las fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca Pucara
- OE3 Determinar el índice de calidad de agua (ICA-PE) de los principales ríos de la cuenca Pucara para el período 2012-2020.
- EO4 Elaborar propuestas de medidas de manejo ambiental para los principales ríos de la cuenca Pucara.

Capítulo II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes de la investigación Internacionales

Los deterioros de la calidad de agua afectan las condiciones de vida de la flora, fauna y seres humanos que hacen beneficio de ella. En la investigación que realizó Leon (2014) titulada “Diagnóstico de la calidad del agua de la microcuenca del río Conguime y diseño de una propuesta de mitigación para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (ICA BROWN) en la provincia de Zamora Chinchipe cantón Paquisha – Ecuador”. En su investigación el autor seleccionó 9 parámetros en evaluación tomando datos de las autoridades competentes en materia de recursos hídricos de su país para un período de tiempo de 2 meses, obteniendo como resultados 3 puntos de monitoreo con una calidad de agua regular debido a la actividad minera aluvial y vertimientos de aguas residuales domésticas. Identificando el punto más crítico en términos de calidad de agua propuso implementar planes de educación ambiental, programas de ecoturismo, programas de residuos sólidos, programas de mejoramiento de la infraestructura y servicios básicos, etc.

Otra investigación internacional realizada en Ecuador es la que presentan Carrillo & Urgilés (2016) denominada “Determinación del Índice de Calidad de agua ICA – NSF de los ríos Mazar y Pindilig”. Los investigadores realizan el cálculo de los índices de la calidad de agua tomando como referencia el modelo de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (ICA-NSF), la cual consta de evaluar 9 parámetros los cuales son oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos, coliformes fecales, nitratos, fosfatos y demanda bioquímica de oxígeno. Los autores realizaron el estudio a fin de garantizar el cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos por la Corporación Eléctrica del Ecuador, para la cual recopilaron la data histórica de los monitoreos de calidad de agua correspondiente a los ríos Mazar y Pindiling para el período mayo –

noviembre del año 2015, obteniendo como resultados que la calidad de agua para los dos ríos evaluados, presentan un deterioro a medida que el curso de agua discurre a la parte baja, esto se debe a que en el período de avenidas incrementa el caudal de los ríos generando una escorrentía que arrastra una alta carga de contaminantes, sin embargo, la calidad del agua varía de ligeramente contaminada a moderadamente contaminada por las condiciones descritas anteriormente

2.1.2. Antecedentes de la investigación Nacionales

La Comisión Multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes, realizó el estudio de la calidad ambiental de la cuenca de lago Titicaca, donde identificó que de una totalidad de 43 vertimientos de aguas residuales en el ámbito de la Administración Local de Agua Ramis, administración que ejerce sus funciones en la cuenca Pucara; solo 4 vertimientos cuenta con las autorizaciones correspondientes y 20 se han acogido al “Programa de Adecuación de Vertimientos” del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Asimismo, que en el marco de sus competencias la Autoridad Nacional de Agua sanciona a diferentes municipalidades en el ámbito de la cuenca Pucara por realizar vertimientos de aguas residuales domésticas no autorizadas. (PCM, 2014)

La contaminación por tipos de suelos y deterioro en la calidad de agua en la cuenca del Lago Titicaca se debe a las diferentes actividades y usos del suelo; para evaluar la magnitud e impacto de cada tipo de uso de suelo, se requiere de una mejor comprensión de la relación suelo – agua, debido a la complejidad que existe es necesario utilizar softwares que permitan realizar análisis geoespaciales. Los usos de suelo en la cuenca del Lago Titicaca predominan por actividades antropogénicas, áreas de cultivos transitorios, áreas urbanas, áreas de extracción de minería e hidrocarburos, el deterioro de la calidad de agua está influenciado fuertemente por el suelo urbano el cual influye directamente en los parámetros de pH, coliformes termo tolerantes, sodio y fosfatos. Los metaloides tienen relación (calidad agua – suelo) poco significativa. Las relaciones entre los distintos tipos de uso de suelos y su

impacto en la calidad de agua, son importantes en la planificación y ordenamiento territorial. (Laqui, 2019)

2.1.3. Antecedentes de la investigación locales

Cabe mencionar que no existen investigaciones que diagnostiquen, analicen y/o evalúen la calidad del agua en el ámbito de la cuenca Pucara, motivo por el cual la presente investigación es la primera que se realiza a nivel de cuenca. Sin embargo, existen investigaciones realizadas en cursos de agua de manera individual de la cuenca Pucara, como se describen a continuación:

La problemática de la cuenca Pucara se origina por la protesta de los pobladores de la cabecera de cuenca hacia la empresa minera ARUNTANI S.A.C, acusándola de realizar vertimiento de aguas ácidas en la cabecera de cuenca sin tratamiento alguno generando la muerte de sus animales que consumen el agua de los principales ríos como son el río Ayaviri, Llallimayo, Santa Rosa, Ocuvi y Macarimayo. En la investigación que realizó Campos (2018) manifiesta que la presencia de los metales pesados en los ríos podría ser causa de la actividad antropogénica de la empresa minera ARUNTANI S.A.C, por movimiento de tierras y arrastre de escorrentías superficiales de los drenajes y en épocas de lluvias, asimismo, precisa que en la zona donde realiza sus operaciones la empresa minera ARUNTANI S.A.C. geológicamente presenta un depósito diseminado epitermal de alta sulfuración, con presencia de rocas volcánicas en las cuales se concentra en altas cantidades los óxidos de hierro razón por la cual los ríos podrían presentar valores naturales elevados de metales pesados, pH ácido y sulfatos.

Asimismo, existen investigaciones a nivel individual de los principales ríos de la Cuenca Pucara, siendo uno de estos el río Ayaviri. En el caso de Huahuasoncco (2018) investigo la situación Ambiental en el río Ayaviri aplicando el análisis Matricial Causa – Efecto (Matriz de Leopold). Identifico los principales impactos ambientales, para que posteriormente determine la calidad del agua y compararla con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. De los parámetros fisicoquímicos muestreados la variación del pH a lo largo del río Ayaviri fluctúan entre el valor mínimo 7.55 y 8.20, conductividad eléctrica a lo largo del río Ayaviri presenta entre un valor

mínimo de 872.11 uS/cm y máximo de 1861.56 uS/cm , la variación de la demanda química de Oxígeno fluctúan entre el valor mínimo de 69.72 mg/L y máximo 160.00 mg/L y la variación de los sólidos totales suspendidos en el río Ayaviri oscilan entre el valor mínimo 136,52 mg/L y máximo 519,45 mg/L. El autor concluye que las aguas residuales generan un impacto ambiental con posibles consecuencias negativas en la biota y el hombre del distrito de Ayaviri.

Otra investigación realizada a uno de los principales ríos de la cuenca Pucara fue el que realizo Curasi (2019) la investigación se realizó en el ámbito del río Llallimayo, su investigación tuvo como objetivo primordial valorar el grado de riesgo ambiental producido por la contaminación de aguas residuales mineras en el río Llallimayo aplicando el análisis matricial Causa – Efecto. Para lo cual determino los valores de Potencial de Hidrogeno de las aguas en estudio obteniendo como resultado valores que oscilan de 5.80 y 6.90, comparando con los Estándares de Calidad Ambiental se evidencia una afectación por un pH con características ácidas. Asimismo, propone que la lechada de cal de 2.5 ml es la más óptima para neutralizar las aguas ácidas que generan consecuencias negativas en la biota y el hombre del distrito de Llallí.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Cuenca hidrográfica

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales que se encuentran delimitados por partes altas de montaña (cabeceras de cuenca) donde se encuentran los arroyos y ríos, que por condiciones territoriales confluyen y desembocan en puntos de salida como son los lagos (formando una cuenca denominada endorreica) o mares (denominándose una cuenca exorreica). En estos espacios territoriales existen interrelaciones e interdependencias con el medio biofísico como son los suelos, ecosistemas acuáticos y terrestres, biodiversidad, agua, cultivos, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las poblaciones asentadas en el espacio geográfico (organización social, cultura, reglas y/o leyes). (SEMARNAT, 2013, p. 9)

Según Gutierrez la cuenca puede dividirse en 03 partes según la altitud a la que correspondan, como se detalla a continuación:

- Cuenca alta. - Es conocida también como “Cabecera de Cuenca” o “Cuenca de recepción del agua” ya que es la zona en donde se produce la mayor precipitación de las lluvias y en donde nace el río. También es la zona en donde se ubican los glaciares que alimentan de agua a la cuenca en los períodos de fusión glaciaria.
- Cuenca media. - Se denomina también “Zona de transporte o escurrimiento” del río principal de la cuenca. Esta zona se caracteriza por una pendiente más pronunciada que las cuencas alta y baja.
- Cuenca baja. - Constituye la zona de acumulación o sedimentación del material transportado por el río y se caracteriza por presentar un relieve aplanado, conocido como llanura aluvial. También se le conoce como cono de deyección. (2013, p. 22)

2.2.2. Contaminación del agua

La contaminación del agua se origina por la acumulación excesiva de sustancias y derrames tóxicos en un cuerpo hídrico receptor (río, lago, mar, etc.) provocando alteraciones en su composición natural. Las sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un cuerpo hídrico, al ser excedido provocan daños a la salud y al medio ambiente. (MINAM, 2016, p. 16)

También se denomina contaminación del agua a la modificación de la calidad del agua, provocada por el hombre, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural. (Consejo de Europa, 1968)

El agua es un recurso hídrico de origen natural, que es indispensable para el desarrollo de la vida y el sostenimiento de los ecosistemas, que, como consecuencia de las actividades antrópicas y económicas, y el uso irracional e inadecuado que se le otorga a originado que el recurso vital haya sufrido un alarmante deterioro. A lo largo de los años sustancias biológicamente activas para el uso en la agricultura, industria, medicina, etc. fueron vertidas a los cuerpos hídricos sin reparar en las posibles consecuencias. El problema de la

contaminación se notó a principios del siglo XIX, principalmente por la escasez del recurso hídrico originado por el cambio climático y la creciente desertificación que está sufriendo el planeta. (Damia & Alda, 2003, p. 2)

2.2.3. Calidad del agua

La evaluación y descripción de la calidad de agua de un cuerpo hídrico es altamente compleja, debido a las controversias generadas por las metodologías implementadas por los profesionales para informar y detallar el estado situacional (cuantitativo y cualitativo) del recurso hídrico en estudio. El problema fundamental es la definición que se adopte para el concepto de calidad de agua y no sea un punto desfavorable en la interpretación de los resultados investigados. Se puede entender calidad, desde un punto de vista funcional que este directamente relacionado al tipo de uso que se le otorgue. (Bosch, 1999, p. 196)

Se pueden definir los siguientes tipos de calidad de agua:

Calidad natural o prístina, generalmente es la que se encuentra en el punto alto de la cuenca donde existe la posibilidad de ausencia de actividades socio económica (minería, agricultura, piscicultura, ganadería, vertimientos de aguas residuales domésticas o municipales) sin intervención humana.

Calidad afectada, es la calidad natural que incluye los cambios debido a actividades socio económico y la capacidad de autodepuración (limpieza natural) con intervención humana. (ANA, 2012b, p. 23)

2.2.4. Índices de calidad de agua

El índice de calidad del agua (ICA), es un término ampliamente usado en estudios relacionados a cuerpos hídricos. Son métodos estandarizados que permiten comparar condiciones en términos de calidad de agua entre localidades, ríos, arroyos; en un período de tiempo determinado. (Alvarez et al., 2006)

Los Índices de calidad de Agua (ICA), son instrumentos fundamentales en la gestión de la calidad de los recursos hídricos y manejo de cuencas, debido a que permiten transmitir información de manera accesible sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y a la población en general, e

identifica y compara las condiciones de calidad del agua y sus posibles tendencias en el espacio y el tiempo siendo la valoración de la calidad de agua en una escala de 0 – 100, donde 0 (cero) es mala calidad y 100 excelente. (ANA, 2018c)

2.2.5. Índice de calidad de agua ICA-PE

La determinación del Índice de Calidad de Agua comprende la utilización de la fórmula canadiense desarrollada por el Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá, que comprende la utilización de tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático de un único valor (entre 0 y 100), que va a representar y describir el estado de la calidad de agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca. (ANA, 2018c)

Según la ANA corresponde aplicar las siguientes fórmulas para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE:

a) Alcance F1

Representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa ECA-Agua vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

$$f1 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Numero Total de parametros}} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

b) Frecuencia F2

Representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA-agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

$$f2 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Numero Total de Datos evaluados}} * 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

c) Amplitud F3

Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$f3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

En donde, la Suma normalizada de excedentes (nse):

$$\text{nse} = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_i^n \text{Excedentes}}{\text{Total de datos}}$$

Caso 1: Cuando el valor de la concentración del parámetro supera el valor establecido en el ECA-Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parametro en el ECA Agua}} \right) - 1 \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Caso 2: Cuando el valor de la concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA-Agua. Incumpliendo la condición señalada en el mismo.

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor establecido en el ECA Agua}}{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}} \right) - 1 \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Finalmente, el Índice de Calidad de agua ICA -PE se calcula:

$$\text{ICA} - \text{PE} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F1^2 + F2^2 + F3^2}{3}} \right) \quad (\text{Ecuación 4})$$

La aplicación de las fórmulas permitirá obtener un numero adimensional que se encuentre en diferentes rangos que califican la calidad del agua según corresponda como pésimo, regular, malo, bueno y excelente. (2018c, pp. 17-19)

En la Tabla 1 muestra la interpretación de los valores de ICA-PE.

Tabla 1: Interpretación de Calificación ICA-PE

<i>ICA-PE</i>	<i>Calificación</i>	<i>Interpretación</i>
90-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados
75-89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud
45-74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente a las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Mucho de los usos necesitan tratamiento
0-29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento

Fuente: ANA (2018c, p. 19).

2.2.6. Parámetros de calidad de agua

En la tabla 2 se detalla los principales parámetros de calidad de agua.

Tabla 2: Descripción de parámetros de calidad de agua

<i>Parámetro</i>	<i>Descripción</i>
<i>Oxígeno Disuelto</i>	<p>Es un parámetro importante para evaluar la calidad de un curso de agua, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmosfera y de la actividad biológica en la masa de agua. El oxígeno disuelto, es un parámetro ambiental vital en los estudios de calidad de agua, debido a que está directamente relacionado a la subsistencia de la vida acuática y permite reflejar la capacidad depuradora del curso hídrico. (ANA, 2018c)</p>
<i>Potencial de Hidrogeno</i>	<p>El pH es una medida que indica la acidez del agua, los rangos de medición son de 0 a 14, para aquellos valores menores a 7 el agua se considera en condiciones ácidas, para aquellos valores mayores a 7 el agua se considera básica y para aquellos valores igual a 7 son aquellos que presentan valores. En realidad, el pH es una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Si el agua contiene más iones de hidrógeno presenta características ácidas, mientras que agua que contiene más iones de hidróxido presenta características básicas. El pH se puede ver afectado por la sedimentación atmosférica (o lluvia ácida) provenientes de industrias y transporte, los vertidos de aguas residuales, los drenajes de las minas y el tipo de rocas que forman el lecho de la masa de agua estudiada. (COBCM, 2008)</p>
<i>Conductividad Eléctrica</i>	<p>La conductividad eléctrica en el agua es la capacidad de transportar una corriente eléctrica por medio de un cuerpo de agua, dependiendo de los tipos de iones disueltos, su movilidad, valencia, concentraciones relativas y de la temperatura a la que se realiza el estudio. El agua en condiciones naturales y puras tiene muy poca conductividad eléctrica, por lo que la medida de la conductividad de un curso de agua nos da una idea de los</p>

Aceites y Grasas

sólidos disueltos presentes en el curso de agua, asimismo, cabe mencionar que la presencia de sales en el agua, aumenta la capacidad de transmitir una corriente eléctrica. (DIGESA, 2009)

La contaminación de aguas con sustancias aceitosas puede tener dos tipos de orígenes las naturales y antropogénicas. Los aceites y grasas procedentes de restos industriales tanto alimentarios como automovilístico, son difíciles de metabolizar por las bacterias y crean un manto que flotan en los cuerpos hídricos. Para aquellos aceites y grasas de origen natural originado por la descomposición acuática o terrestre en estado avanzado libera subproductos aceitosos y grasas. (DIGESA, 2009)

Demanda Bioquímica de Oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para que la materia orgánica biodegradable pueda cumplir procesos de oxidación, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia (Ramalho, 2003). La DBO de cinco días, o DBO5 es la cantidad total de oxígeno consumida por los microorganismos durante los primeros cinco días de biodegradación (Raffo & Ruiz, 2014).

Aluminio

Es uno de los elementos químicos que se encuentran con mayor abundancia en la corteza terrestre, dado que el aluminio existe en muchas rocas, minerales y arcillas, pero su presencia en las aguas naturales es poco significativa, en aquellas aguas que presentan una condición de potencial de hidrogeno neutras y en aquellas en condiciones ácidas incrementa significativamente. (ANA, 2018c)

Arsénico

El arsénico, se puede encontrar de manera natural por la actividad volcánica, asimismo, se puede encontrar de manera antropogénicas por las diversas actividades

humanas (minería, erosión de depósitos minerales, etc.). El arsénico llega a los cuerpos de agua a través de la disolución de minerales, desde efluentes industriales y vía deposición atmosférica. El arsénico (V) se encuentra comúnmente en aguas superficiales bien oxigenadas, el arsénico (III) en condiciones de reducción se presenta en lagos profundos o aguas subterráneas. Un condicionante para la presencia del arsénico en aguas superficiales y subterráneas es el potencial de hidrogeno. (DIGESA, 2009)

Boro

El Boro es uno de los parámetros de mayor relevancia en estudios de calidad de agua, debido a que su presencia en aguas genera toxicidad en la flora y fauna. El Boro tiene presencia en aguas superficiales debido al vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales que presenten residuos de productos de limpieza, industrias de pinturas y barnices, textiles, electrónica, curtido de pieles, etc. El boro también ingresa a aguas subterráneas por medio del intemperismo de las rocas. (Velázquez et al., 2011)

Cadmio

El Cadmio ingresa a los cursos de agua mediante el refinado de plomo, zinc o cobre. Asimismo, el cadmio ingresa al ambiente por el uso de combustibles fósiles como el petróleo y carbón. La minería es una de las actividades que aportan de manera significativa a los cursos de agua, mediante el drenaje ácido de mina y como residuo de sus operaciones y por condiciones naturales como las precipitaciones que arrastran los materiales hasta los cursos de agua. (DIGESA, 2009)

Cobre

El Cobre es un elemento que se presenta comúnmente en aguas superficiales debido a las actividades antropogénicas, por sus condiciones insolubles ya que el cobre se encuentra en fases sólidas, su presencia en cuerpos de agua solo existe en bajas concentraciones. Debido a la

Hierro

presencia de sulfuros, el cobre debería ser aún menos soluble en ambientes anóxicos. (ANA, 2018c)

El hierro se encuentra de manera natural en cursos de agua que puede ser producto de la erosión hídrica de los suelos o bien de contaminantes industriales vertidos a los cursos de agua, las aguas subterráneas presentan mayores concentraciones de hierro debido a que la materia orgánica del suelo absorbe el oxígeno disuelto en el agua. (Valencia, 2018)

Manganeso

El manganeso es un metal que se encuentra comúnmente en las rocas y suelos, donde se presenta como óxidos e hidróxidos. Su evaluación es de gran importancia para controlar e identificar metales ya que sirven como vestigio de la presencia de metales existentes en los cuerpos de agua natural, su presencia en el agua está altamente relacionada con los pH ácidos. (ANA, 2018c)

Mercurio

El mercurio se presenta en los cursos de agua principalmente a las actividades antrópicas (minería, etc.), de manera natural se puede presentar si existen depósitos cercanos a los cursos de agua de este mineral. Generalmente es un elemento que no abunda en la naturaleza (corteza terrestre). (ANA, 2018c, p. 11)

Plomo

El Plomo se encuentra en ampliamente distribuido en bajas concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados. El plomo comúnmente ingresa a los cursos de agua debido a las actividades antropogénicas, el plomo es toxico para la vida acuática por el grado de toxicidad que esta representa. (ANA, 2018c)

Zinc

El Zinc es un elemento que abunda en las rocas y minerales pero su presencia en los cursos de agua se ve condicionada por la falta de solubilidad del metal. Se tiene como vestigio que en casi todas las aguas alcalinas superficiales se encuentra presente, pero se incrementa en condiciones de

*Coliformes Termo
tolerantes*

un potencial de hidrogeno con características ácidas.
(ANA, 2018c)

Los coliformes termo tolerantes se presentan en cursos de agua debido a los vertimientos de aguas residuales domesticas de origen municipal (contaminación fecal), y otro de los factores de su presencia es por la inadecuada disposición final de residuos sólidos cercanos a los cauces de los ríos. (ANA, 2018c)

Fuente: Elaboración propia.

2.2.7. Clasificación de los cuerpos naturales de agua

Según MINAM los cuerpos naturales de agua se clasifican como se detallan a continuación:

Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

- B1. Contacto primario
- B2. Contacto secundario

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

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

- Agua para riego no restringido
- Agua para riego restringido

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

b) Subcategoría E2: Ríos

- Ríos de la costa y sierra
- Ríos de la selva

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios
- Marinos. (2017, pp. 1-2)

2.2.8. Estándares de calidad ambiental

Los Estándares de calidad ambiental (ECA) se miden en el ambiente y son consecuencia de las emisiones o efluentes producidos por diversas actividades más la acción propia de la naturaleza que es capaz de absorber o diluir dichas emisiones o efluentes. (MINAM, 2015, p.1)

El estándar de calidad ambiental – ECA, es la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, aire o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (CONGRESO DE LA REPUBLICA, 2005, p. 12)

En la Tabla 3 se describe los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1.

Tabla 3: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 1: Poblacional y Recreacional

		A1	A2	A3
<i>Parámetros</i>	<i>Unidad de medida</i>	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FISICO - QUIMICOS				
<i>Aceites y Grasas</i>	mg/L	0.5	1.7	1.7
<i>Cianuro Total</i>	mg/L	0.07	**	**
<i>Cianuro libre</i>	mg/L	**	0.2	0.2
<i>Cloruros</i>	mg/L	250	250	250
<i>Color</i>	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
<i>Conductividad</i>	uS/cm	1500	1600	**
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</i>	mg/L	3	5	10
<i>Dureza</i>	mg/L	500	**	**
<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	mg/L	10	20	30
<i>Fenoles</i>	mg/L	0.003	**	**
<i>Fluoruros</i>	mg/L	1.5	**	**
<i>Fosforo total</i>	mg/L	0.1	0.15	0.15
<i>Materiales Flotantes de origen antropogénico</i>		Ausencia de material flotante de	Ausencia de material flotante de	Ausencia de material flotante de

		origen antrópico	origen antrópico	origen antrópico
<i>Nitratos</i>	mg/L	50	50	50
<i>Nitritos</i>	mg/L	3	3	**
<i>Amoniaco</i>	mg/L	1.5	1.5	**
<i>Oxígeno Disuelto</i> (valor mínimo)	mg/L	≥6	≥5	≥4
<i>Potencial de</i> <i>Hidrogeno (pH)</i>	Unidad de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0
<i>Solidos Disueltos</i> <i>Totales</i>	mg/L	1000	1000	1000
<i>Sulfatos</i>	mg/L	250	500	**
<i>Temperatura</i>	°C	▲3	▲3	**
<i>Turbiedad</i>	UNT	5	100	**
INORGANICOS				
<i>Aluminio</i>	mg/L	0.9	5	5
<i>Antimonio</i>	mg/L	0.02	0.02	**
<i>Arsénico</i>	mg/L	0.01	0.01	0.15
<i>Barío</i>	mg/L	0.7	1	**
<i>Berilio</i>	mg/L	0.012	0.04	0.1
<i>Boro</i>	mg/L	2.4	2.4	2.4
<i>Cadmio</i>	mg/L	0.003	0.005	0.01
<i>Cobre</i>	mg/L	2	2	2
<i>Cromo Total</i>	mg/L	0.05	0.05	0.05
<i>Hierro</i>	mg/L	0.3	1	5
<i>Manganeso</i>	mg/L	0.4	0.4	0.5
<i>Mercurío</i>	mg/L	0.001	0.002	0.002
<i>Molibdeno</i>	mg/L	0.07	**	**
<i>Niquel</i>	mg/L	0.07	**	**
<i>Plomo</i>	mg/L	0.01	0.05	0.05
<i>Selenio</i>	mg/L	0.04	0.04	0.05
<i>Uranio</i>	mg/L	0.02	0.02	0.02

Zinc	mg/L	3	5	5
ORGANICOS				
Hidrocarburos	mg/L	0.01	0.2	1.0
Totales de Petróleo				
Trihalometanos	(e)	1.0	1.0	1.0
Bromoforno	mg/L	0.1	**	**
Cloroformo	mg/L	0.3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0.1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0.06	**	**
<u>I. COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES</u>				
1,1,1 Tricloroetano	mg/L	0.2	0.2	**
1,1- Dicloroetano	mg/L	0.03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0.03	0.03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0.04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0.004	0.004	**
Tricloroeteno	mg/L	0.07	0.07	**
<u>BTX</u>				
Benceno	mg/L	0.01	0.01	**
Etilbenceno	mg/L	0.3	0.3	**
Tolueno	mg/L	0.7	0.7	**
Xilenos	mg/L	0.5	0.5	**
<u>Hidrocarburos aromáticos</u>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0.0007	0.0007	**
Pentaclorofenol	mg/L	0.009	0.009	**

Organofosforados

<i>Malation</i>	mg/L	0.19	0.0001	**
-----------------	------	------	--------	----

Organoclorados

<i>Aldrin + Dieldrin</i>	mg/L	0.00003	0.00003	**
--------------------------	------	---------	---------	----

<i>Clordano</i>	mg/L	0.002	0.002	**
-----------------	------	-------	-------	----

<i>Dicloro Difenil</i>	mg/L	0.001	0.001	**
------------------------	------	-------	-------	----

Tricloroetano

<i>Endrin</i>	mg/L	0.0006	0.0006	**
---------------	------	--------	--------	----

<i>Heptacloro+Hept</i>	mg/L	0.00003	0.00003	
------------------------	------	---------	---------	--

acloro Epoxico

<i>Lindano</i>	mg/L	0.002	0.002	**
----------------	------	-------	-------	----

Carbamato

<i>Aldicarb</i>	mg/L	0.01	0.01	
-----------------	------	------	------	--

II. CIANOTOXINAS

<i>Microcistina-LR</i>	mg/L	0.001	0.001	
------------------------	------	-------	-------	--

III. BIFENIL POLICLORADOS

<i>Bifenilos</i>	mg/L	0.0005	0.0005	**
------------------	------	--------	--------	----

Policlorados

MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS

<i>Coliformes totales</i>	NMP/ 100 mL	50	**	**
---------------------------	-------------	----	----	----

<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/100 mL	20	2000	20000
-----------------------------------	------------	----	------	-------

<i>Formas Parasitarias</i>	N° Organismo/ L	0	**	**
----------------------------	-----------------	---	----	----

<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 mL	0	**	**
-------------------------	------------	---	----	----

<i>Vibrío cholerae</i>	Presencia/ 100mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia
------------------------	------------------	----------	----------	----------

<i>Organismos de vida libre (algas, protozoarios,</i>	N° Organismo/ L	0	<5x10	<5x10
---	-----------------	---	-------	-------

*copépodos,
rotíferos,
nematodos, en
todos sus estados
evolutivos)*

Fuente: MINAM (2017, pp. 4-5).

En la Tabla 4, se desarrollan los estándares de calidad ambiental para agua categoría 3.

Tabla 4: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales

<i>Parámetros</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>D1: Riego de vegetales</i>		<i>D2: Bebida de animales</i>
		<i>Agua para riego no restringido</i>	<i>Agua para riego restringido</i>	<i>Bebida de animales</i>
<i>FISICO - QUIMICOS</i>				
<i>Aceites y Grasas</i>	mg/L		5	10
<i>Bicarbonatos</i>	mg/L		518	**
<i>Cianuro wed</i>	mg/L		0.1	0.1
<i>Cloruros</i>	mg/L		500	**
<i>Color</i>	Color verdadero Escala Pt/Co		100 (a)	100 (a)
<i>Conductividad</i>	mg/L		2500	5000
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</i>	mg/L		15	15
<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	mg/L		40	40

<i>Detergentes (SAAM)</i>	mg/L	0.2	0.5
<i>Fenoles</i>	mg/L	0.002	0.01
<i>Fluoruros</i>	mg/L	1	**
<i>Nitratos</i> +	mg/L	100	100
<i>Nitritos</i>			
<i>Nitritos</i>	mg/L	10	10
<i>Oxígeno Disuelto</i>	mg/L	≥4	≥5
<i>Potencial de Hidrogeno</i>	Unidad de pH	6.5-8.5	6.5-8.4
<i>Sulfatos</i>	mg/L	1000	1000
<i>Temperatura</i>	°C	▲3	▲3
INORGANICOS			
<i>Aluminio</i>	mg/L	5	5
<i>Arsénico</i>	mg/L	0.1	0.2
<i>Barío</i>	mg/L	0.7	**
<i>Berilio</i>	mg/L	0.1	0.1
<i>Boro</i>	mg/L	1	5
<i>Cadmio</i>	mg/L	0.01	0.05
<i>Cobre</i>	mg/L	0.2	0.5
<i>Cobalto</i>	mg/L	0.05	1
<i>Cromo Total</i>	mg/L	0.1	1
<i>Hierro</i>	mg/L	5	**
<i>Litio</i>	mg/L	2.5	2.5
<i>Magnesio</i>	mg/L	**	250
<i>Manganeso</i>	mg/L	0.2	0.2
<i>Mercurío</i>	mg/L	0.001	0.01
<i>Níquel</i>	mg/L	0.2	1
<i>Plomo</i>	mg/L	0.05	0.05
<i>Selenio</i>	mg/L	0.02	0.05
<i>Zinc</i>	mg/L	2	24
ORGANICO			
<i>Bifenilos Policlorados</i>			

<i>Bifenilos</i>	ug/L	0.04	0.045
<i>Policlorados</i> (PCB)			
PLAGUICIDAS			
<i>Paration</i>	ug/L	35	35
<i>Organoclorados</i>			
<i>Aldrin</i>	ug/L	0.004	0.7
<i>Clordano</i>	ug/L	0.006	7
<i>Dicloro Difenil</i> <i>Tricloroetano</i>	ug/L	0.001	30
<i>Dieldrin</i>	ug/L	0.5	0.5
<i>Endosulfan</i>	ug/L	0.01	0.01
<i>Endrin</i>	ug/L	0.004	0.2
<i>Heptacloro</i> y <i>Heptacloro</i> <i>Epoxico</i>	ug/L	0.01	0.03
<i>Lindano</i>	ug/L	4	4
<i>Carbonatos</i>			
<i>Aldicarb</i>	ug/L	1	11
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS			
<i>Coliformes</i>	NMP/100	1000	2000
<i>Termotolerantes</i>	ml		
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100	1000	**
	ml		**
<i>Huevos</i> de <i>Helminfos</i>	Huevo/L	1	1
			**

Fuente: MINAM (2017, p. 8).

2.2.9. Fuentes de contaminación del agua

2.2.9.1. Fuentes naturales. - Son aquellas fuentes que dependiendo del territorio que recorre un curso de agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, hierro, magnesio, calcio, etc.) y que estas generen alteraciones negativas en las composiciones químicas,

físicas y biológicas, ocasionando que el recurso hídrico sea nocivo para la salud y medio ambiente, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar. (Girbau Garcia, 2002)

2.2.9.2. Fuentes artificiales. – Son aquellas fuentes que se originan como consecuencia de las actividades antropogénicas. El crecimiento industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes y/o sustancias que son peligrosas cuando entran en contacto con el medio ambiente generando daños y perturbaciones al medio ambiente y para los organismos. Estas fuentes son difíciles de eliminar por su origen (Girbau Garcia, 2002).

Las principales fuentes contaminantes de origen artificial son:

- Aguas Residuales. - Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2014a, p. 6).
- Residuos Sólidos. - Los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos. Suele considerarse que carecen de valor económico, y se les conoce coloquialmente como “basura”. (OEFA, 2014b, p. 9)
- Botaderos. - Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías, lo que genera riesgos sanitarios o ambiental (DIGESA, 2004, p. 14).

2.2.10. Medidas de manejo ambiental

Una vez realizada la identificación y evaluación de los impactos ambientales se realiza la planificación de las acciones de manejo ambiental las de los mismos, a través de acciones encaminadas a la prevención, corrección, mitigación y compensación, para el caso de los impactos negativos y a la potencialización y orientación, para el caso de los impactos positivos. (Amarilo S.A.S. et al., 2018, p. 1)

2.3. Marco legal

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y Disposiciones Complementarias.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, Aprueban la clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales.
- Resolución Jefatural N° 068-2018- ANA, Aprueba Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales.

Capítulo III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación se desarrolló basándose en varios tipos de investigación como son: la investigación descriptiva, investigación documental e investigación de campo.

- La presente investigación es de tipo descriptivo porque evaluó los aspectos sociales, ambientales y económicos de la Cuenca Pucara para poder llegar a un diagnóstico ambiental de la calidad de agua de los principales ríos de la Cuenca pucara en un período de tiempo 2012-2020 y de esta manera proponer medidas de manejo ambiental.
- La presente investigación es de tipo documental porque recopiló y analizó los resultados de monitoreo realizados por la Autoridad Nacional del Agua para el período 2012-2020 en la cuenca Pucara.
- La presente investigación también se realizó un recorrido en campo ya que se procedió a identificar las fuentes contaminantes de la cuenca Pucara.

3.2. Materiales y equipos

- Garmin GPS 64s
- Multiparámetro OAKTON PCTS 50
- Cámara Fotográfica
- Software ArcMap 10.6
- Equipos de Protección Personal

3.3. Área de estudio

3.3.1. Cuenca hidrográfica pucara

La presente investigación se realizó en los principales ríos de la cuenca Pucara (Ver Fig. A.1). La cuenca Pucara se encuentra bajo la jurisdicción de la Administración Local de Agua Ramis la cual pertenece a la Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca. En la Tabla 5 se mencionan la longitud y categoría de los principales ríos de la cuenca Pucara según la

Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, “clasificación de los cuerpos de agua continentales para la unidad hidrográfica Pucara”.

La cuenca Pucara presenta una superficie de 5,541.00 km², según el "Estudio de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú", aprobado con Resolución Ministerial N° 033-2008-AG (ANA, 2008).

Tabla 5: Principales ríos de la Unidad Hidrográfica Pucara

<i>N°</i>	<i>Curso de agua</i>	<i>Categoría</i>	<i>Longitud (km)</i>	<i>Unidad hidrográfica</i>
1	Río Pucara	Categoría 3	94.85	Cuenca Pucara
2	Río Pataqueña	Categoría 3	9.5	Cuenca Pucara
3	Río Ayaviri	Categoría 3	30.95	Cuenca Pucara
4	Río Ayaviri	Categoría 1A2	18.73	Cuenca Pucara
5	Río Macarimayo	Categoría 3	35.92	Cuenca Pucara
6	Río Santa Rosa	Categoría 3	88.27	Cuenca Pucara
7	Río Llallimayo	Categoría 3	87.49	Cuenca Pucara
8	Río Azufrini	Categoría 3	1.824	Cuenca Pucara
9	Río Chaquelle	Categoría 3	13.63	Cuenca Pucara
10	Río Chacapalca	Categoría 3	26.53	Cuenca Pucara

Fuente: ANA (2018a).

3.3.2. Red de monitoreo de la calidad de agua

La Autoridad Nacional del Agua (ANA). Por medio de la Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca establece 19 puntos de monitoreo de la calidad del agua en el ámbito de la cuenca Pucara (Ver Fig. A.2).

La red de monitoreo de la calidad del agua para los 19 puntos se establece de acuerdo a los criterios del otorgamiento de derechos de uso de agua, vertimientos autorizados y ríos principales, como se detalla en la tabla 6:

Tabla 6: Red de monitoreo de Agua cuenca Pucara

N°	Código del monitoreo	Descripción	Georreferencias en Coordenadas		
			UTM-WGS84 (S-19L)		Altitud (m.s.n.m)
			Este	Norte	
1	QLuch1	Quebrada Luchusani, aguas arriba de las operaciones Arasi	306593	8313766	5036
2	RAzuf1	Río Azufrini, 150 m antes de la confluencia con Quebrada Huarucani	301962	8312245	4583
3	QChaq1	Río Chaquelle, 30 m antes de la descarga mina las Águilas	309529	8330674	4341
4	QChaq2	Río Chaquelle, 50 m antes de la descarga mina las Águilas	309446	8330578	4334
5	RMaca1	Río Macarimayo, aguas abajo del puente Bellavista	292220	8373696	4362
6	RMaca2	Río Macarimayo, aguas arriba del puente Macarimayo	311087	8362943	3925
7	RStro1	Río Santa Rosa, aguas arriba de la planta quesera (altura de la vía férrea Puno – Cusco)	288378	8396748	4534
8	RStro2	Río Santa Rosa, a medio río altura del puente Santa Rosa	307977	8382671	4038
9	RStro3	Río Santa Rosa, a 10m aguas arriba del puente Chuquibambilla	314023	8364134	3920

10	RPata1	Río Pataqueña, 120m aguas debajo de la confluencia con la Quebrada Churumayo	300947	8310179	4500
11	RPata2	Río Pataqueña, después del vertimiento de efluente domestico del campamento Arasi	300855	8310926	4495
12	RChac1	Río Chacapalca, después de la confluencia de los ríos Azufrini y Pataqueña	300434	8311760	4537
13	RChac2	Río Chacapalca a 1km de la confluencia de los ríos Azufrini y Pataqueña	299889	8312555	4474
14	RChac3	Río Chacapalca antes de la unión con el Río Ocuviri	298318	8329213	4200
15	RLlal1	Río Llallimayo a 100m aguas arriba de la bocatoma Llallimayo	294829	8344024	4172
16	RAYav1	Río Ayaviri, a 50m aguas arriba del nuevo puente Ayaviri	328236	8352991	3910
17	RAYav2	Río Ayaviri, a 150m cerca de la carretera Asillo-Ayaviri	332527	8355116	3909
18	RPuca1	Río Pucara, a 50m aguas arriba del puente Pucara	354128	8336799	3871

19	RPuca2	Río Pucara, 0 100m aguas abajo del puente Calapuja	368386	8308290	3864
----	--------	--	--------	---------	------

Fuente: ANA (2018a)

3.4. Métodos de investigación

3.4.1. Elaboración de mapas temáticos de las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.

Se realizó la revisión de datos geoespaciales proporcionados por los diferentes Ministerios por medio de los Geo portales para la elaboración de mapas temáticos mediante Software ArcMap 10.5 que permitan describir las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.

3.4.2. Identificación de las fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca Pucara.

Se realizó la identificación de Fuentes Contaminantes mediante la visita a campo en el ámbito de Unidad Hidrográfica Pucara, detallado la descripción de la zona, clasificación de la fuente contaminante (por su origen y naturaleza), ubicación (departamental, provincial y distrital), afectación al recurso hídrico georreferenciación y toma de datos de parámetros de campo mediante un multiparámetro.

3.4.3. Determinación del índice de calidad de agua (ICA-PE) de los principales ríos de la cuenca Pucara para el período 2012-2020.

La metodología implementada para el cálculo del Índice de Calidad de Agua en la red de puntos de monitoreo de la Unidad Hidrográfica Pucara fue la establecida por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA “Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales”, detallada en el ítem 2.2.5. del marco teórico, el procedimiento de aplicación fue el siguiente:

- a. Descripción y selección de los parámetros de la calidad de agua a evaluar
Se determinó los parámetros a evaluar según la frecuencia, fuentes contaminantes y según la experiencia del evaluador a fin de garantizar que los parámetros evaluados proporcionen información adecuada a fin de determinar el Índice de Calidad de Agua en el ámbito de la Cuenca Pucara.
- b. Procesamiento de información de resultados de monitoreo de la calidad de agua de la Cuenca Pucara período 2012-2020
Se procedió a llenar la data histórica la cual detalla los resultados de monitoreo de la calidad de agua superficial de la red de monitoreo establecido por la Autoridad Nacional del Agua en el Ámbito de la Unidad Hidrográfica Pucara desde el año 2012 al 2020.
- c. Determinación de los factores de medición de Índice de Calidad de Agua
Se realizó el cálculo de los valores de los factores de Alcance (Ecuación 1), Frecuencia (Ecuación 2), Amplitud (Ecuación 3) y el Índice de Calidad de Agua (Ecuación 4) para cada uno de los puntos de la red de monitoreo de la Calidad del Agua establecidos por la Autoridad Nacional del Agua en el ámbito de la Cuenca Pucara.
- d. Interpretación del valor ICA
Se elaboró un mapa temático, el cual permitirá visualizar y comprender los resultados obtenidos de los Índices de Calidad de Agua (Excelente, Bueno, Regular, Malo y Pésimo) para cada uno de los puntos de monitoreo en el ámbito de la Cuenca Pucara.

3.4.4. Elaboración de propuestas de manejo ambiental para los principales ríos de la cuenca Pucara.

Se procedió a detallar propuestas de manejo ambiental según los resultados obtenidos de los Índices de Calidad de Agua (ICA-PE) para cada punto de monitoreo de la calidad de agua de la cuenca Pucara establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (Ver Tabla 6), asimismo, para las propuestas se analizó las características ambientales, sociales y económicas elaboradas en los mapas temáticos en el ámbito de la cuenca Pucara. Las propuestas

detalladas presentan una justificación práctica y política para que las autoridades y usuarios de la cuenca Pucara implementen medidas que les permitan prevenir, mitigar, reducir, compensar o remediar los impactos ambientales negativos que presenten los cuerpos hídricos en el ámbito de la Cuenca Pucara, al plantear las medidas de manejo ambiental se busca dar el primer paso e incentivar a las autoridades correspondientes la implementación de una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la cuenca Pucara.



Capítulo IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Elaboración de mapas temáticos de las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.

a) Económicas.

A.1. Uso mayor de suelos

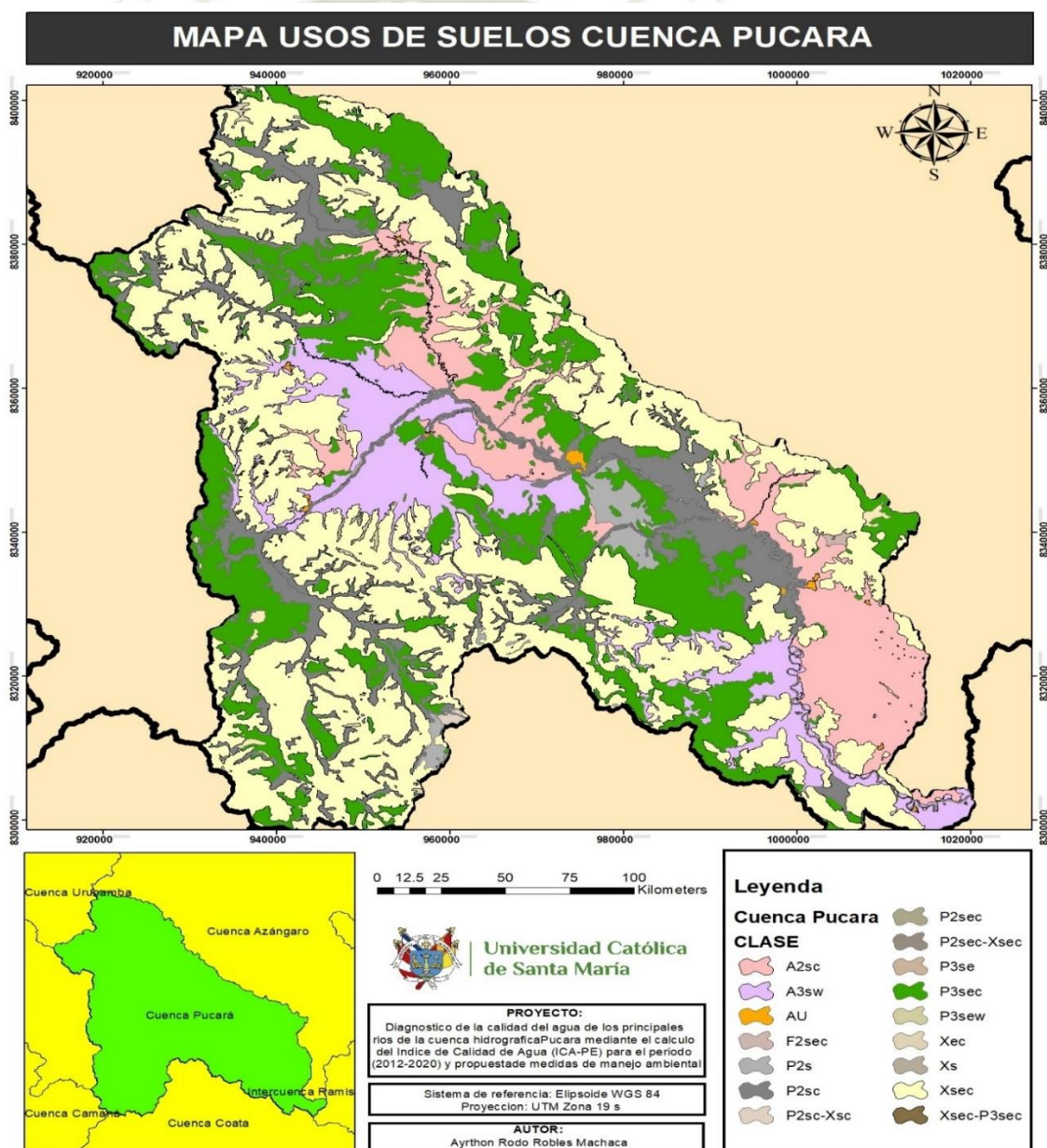


Figura 1: Mapa de uso mayor de suelos cuenca Pucara

Fuente: Elaboración propia

En la cuenca Pucara se han identificado dieciséis (16) clases de usos mayoritarios de suelos (GEO GPS PERÚ, 2021e). Codificados según el Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (Ver Tabla A.1).

Como se evidencia en el Mapa de uso mayor de suelos cuenca Pucara (Fig. 1). Los principales usos mayores de suelo a lo largo de la cuenca Pucara son los caracterizados por tierras de protección, limitadas por suelo, erosión, clima (Xsec) con una área total de 2300 km² correspondiente al 42% de la extensión total de la cuenca; tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja limitada por suelos, erosión (P3sec) con una área total de 1300 km² correspondiente al 23% de la extensión total de la cuenca; Tierras aptas para pastos de calidad agrologica media, limitada por suelo (P2sc) con una área total de 650 km² correspondiente al 12% de la extensión total de la cuenca y tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica media, limitada por suelo y clima (A2sc) con una área total de 600 km² correspondiente al 11% de la extensión total de la cuenca . Esto quiere decir que en el ámbito de la cuenca Pucara la capacidad de uso mayor de suelos son aquellas destinadas a la conservación de los recursos hídricos, aquellas donde se puede realizar actividades de cultivos, pero solo para pastos con calidades agrologicas bajas y medias, destinadas al pastoreo rotativo o continuo y en menor extensión aquellas tierras destinadas a cultivos en limpio donde se pueden realizar movimientos de tierras para los cultivos.

A.2. Catastro minero.

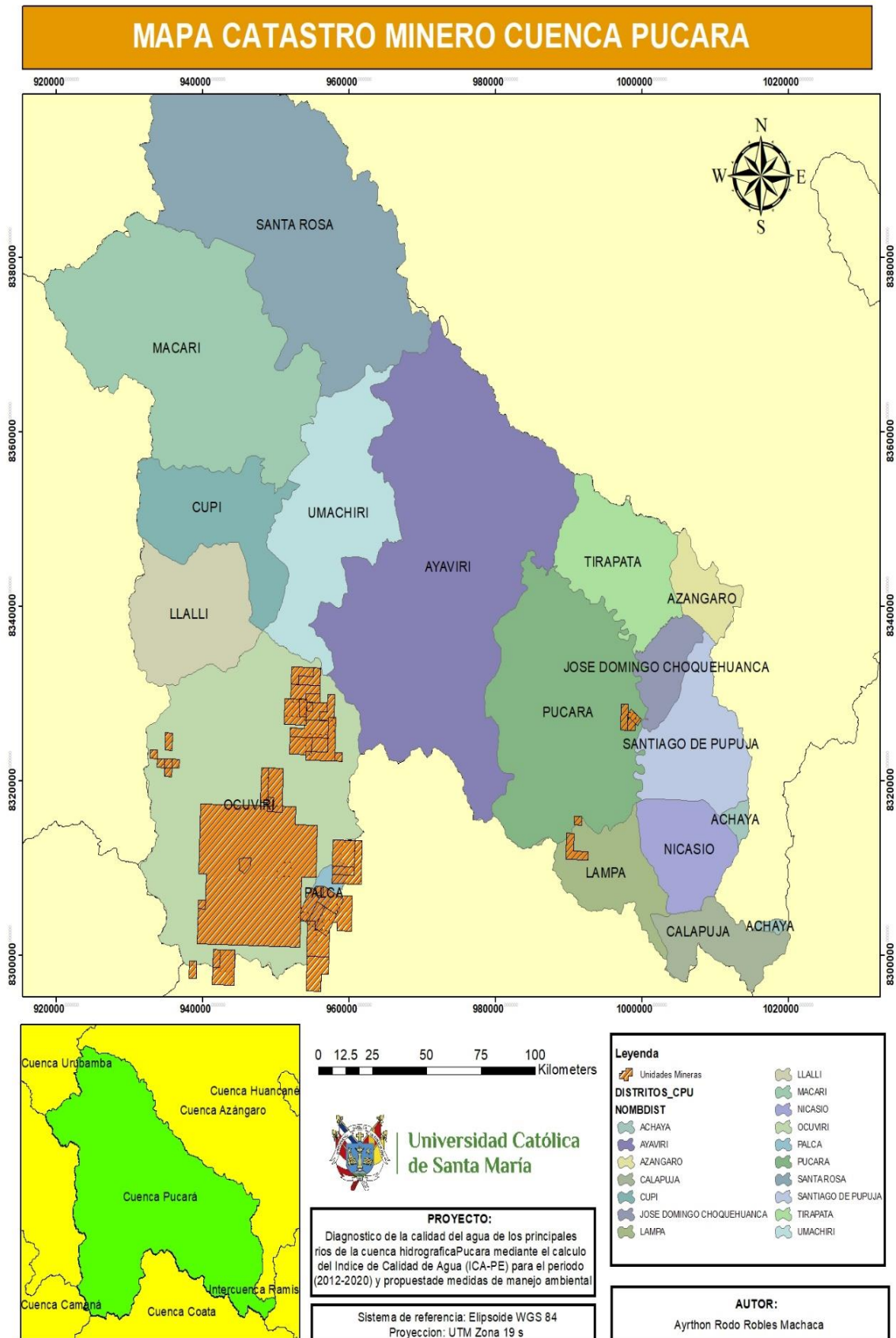


Figura 2: Mapa catastro minero de la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

En la cuenca Pucara se identificó que existen 49 concesiones mineras (GEOCATMIN, 2021). Se presenta el porcentaje de condiciones de las concesiones mineras (Fig. 3) de las cuales 35 se encuentran con derecho minero titulado, 12 en trámite y 2 concesiones mineras en la fase de cierre de mina (Ver Tabla A.2).

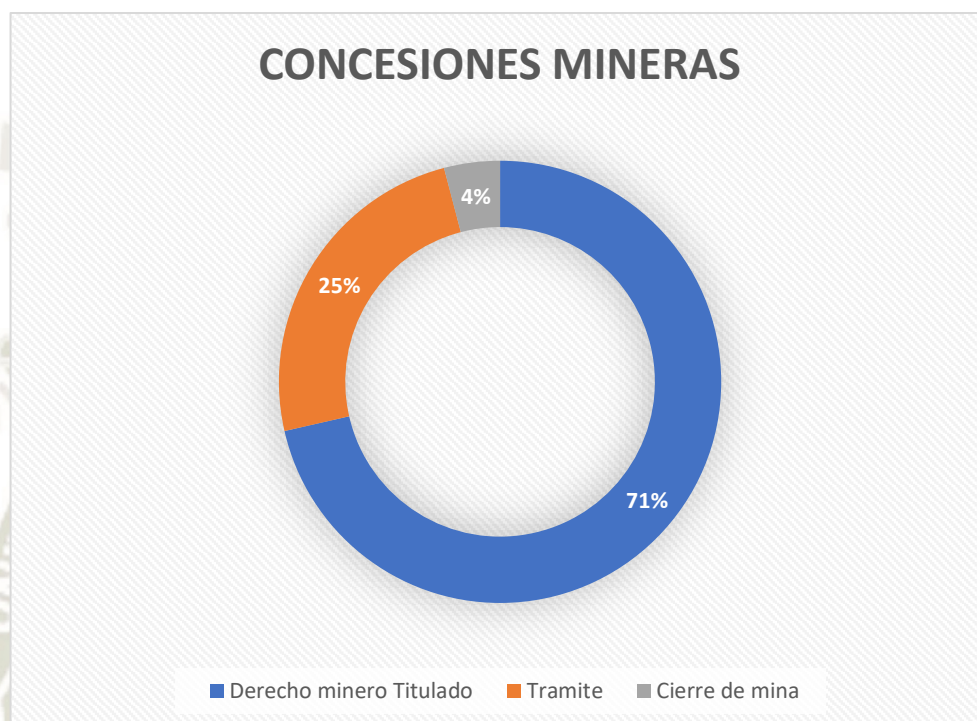


Figura 3: Porcentaje de concesiones mineras en la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en el Mapa catastro minero de la cuenca Pucara (Fig. 2). De las 49 concesiones mineras ubicadas en el ámbito de la cuenca Pucara, el 90% de las concesiones se encuentran en la cabecera de cuenca en el distrito de Ocuwiri, provincia de Lampa, departamento de Puno.

Precisamente, el conflicto socioambiental de mayor influencia en la cuenca Pucara, se desarrolla en la cabecera de cuenca. Cabe mencionar que una de las concesiones mineras en etapa de cierre es la señalada por la población como el actor principal de la contaminación de los ríos.

A.3. Licencias de uso de agua.

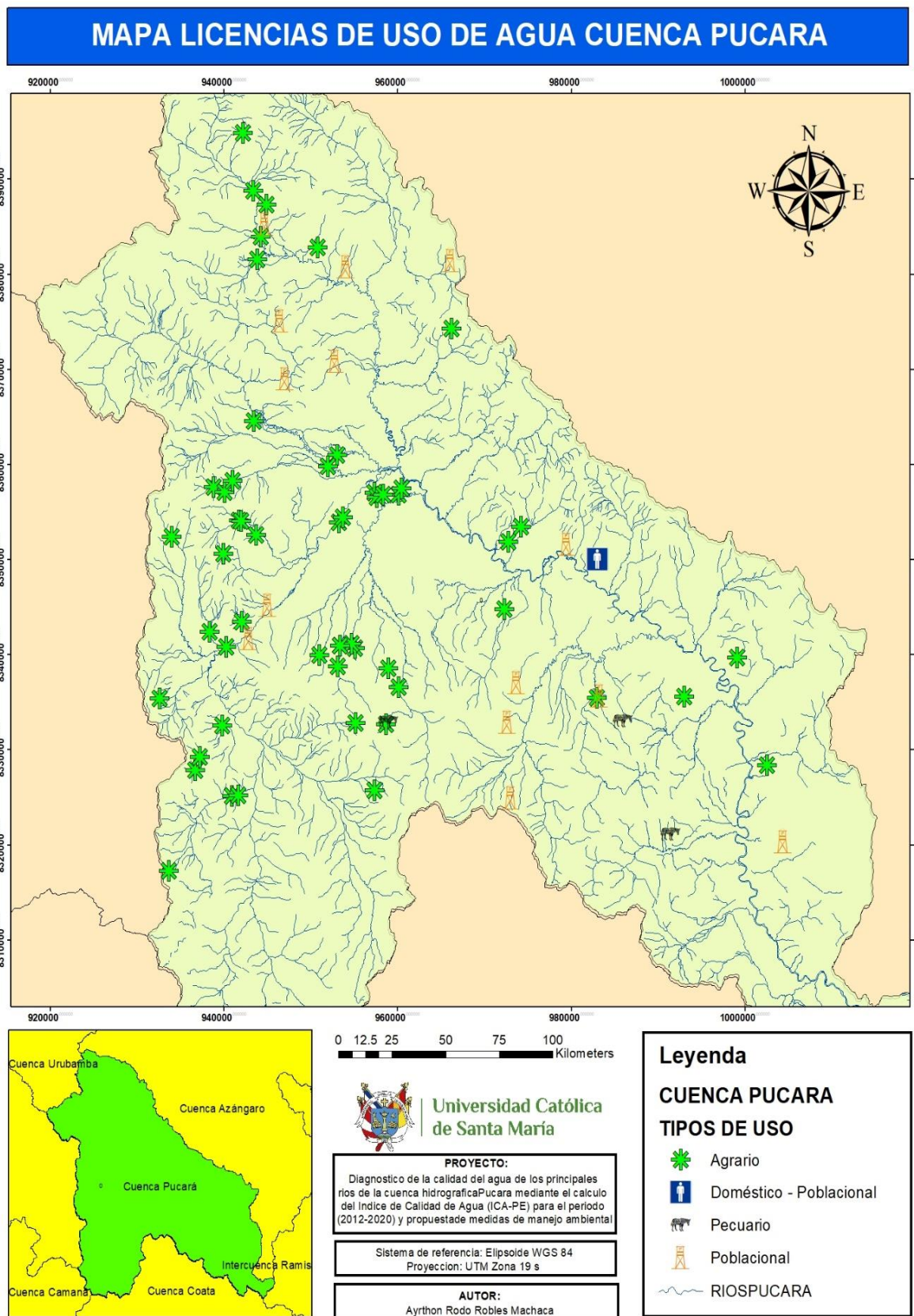






Figura 4: Mapa de licencias de uso de agua en la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

En la cuenca Pucara la según la consulta realizada al Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua por medio de la Autoridad Administrativa Titicaca otorgo 72 licencias de usos de agua con fines agrarios, domésticos, pecuario y poblacional. (SNIRH, 2021) En la Tabla 7 se muestra las licencias de usos de agua otorgadas en la cuenca Pucara.

Tabla 7: Licencias de uso de agua cuenca Pucara

<i>Símbolo</i>	<i>Tipo de uso</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de licencias</i>
	Agrario	Es aquella que esta destinadas el riego de cultivos y vegetales	53
	Pecuario	Es aquella que está destinada para el consumo de bebida de animales	3
	Domestico - Poblacional	Es aquella destinada para sus poblacionales	1
	Poblacional	Es aquella destinada para la producción de agua potable destinada a consumo humano	15

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en el Mapa licencias de uso de agua en la cuenca Pucara (Fig. 4). El uso agrario es la licencia de mayor presencia que representa el 72% de las licencias y teniendo una licencia de uso doméstico-poblacional otorgado a la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Aguas del Altiplano S.R.L en el distrito de Ayaviri y de usos pecuarios en los distritos de Pucara y Lampa.

b) Ambientales

B.1. Cobertura vegetal

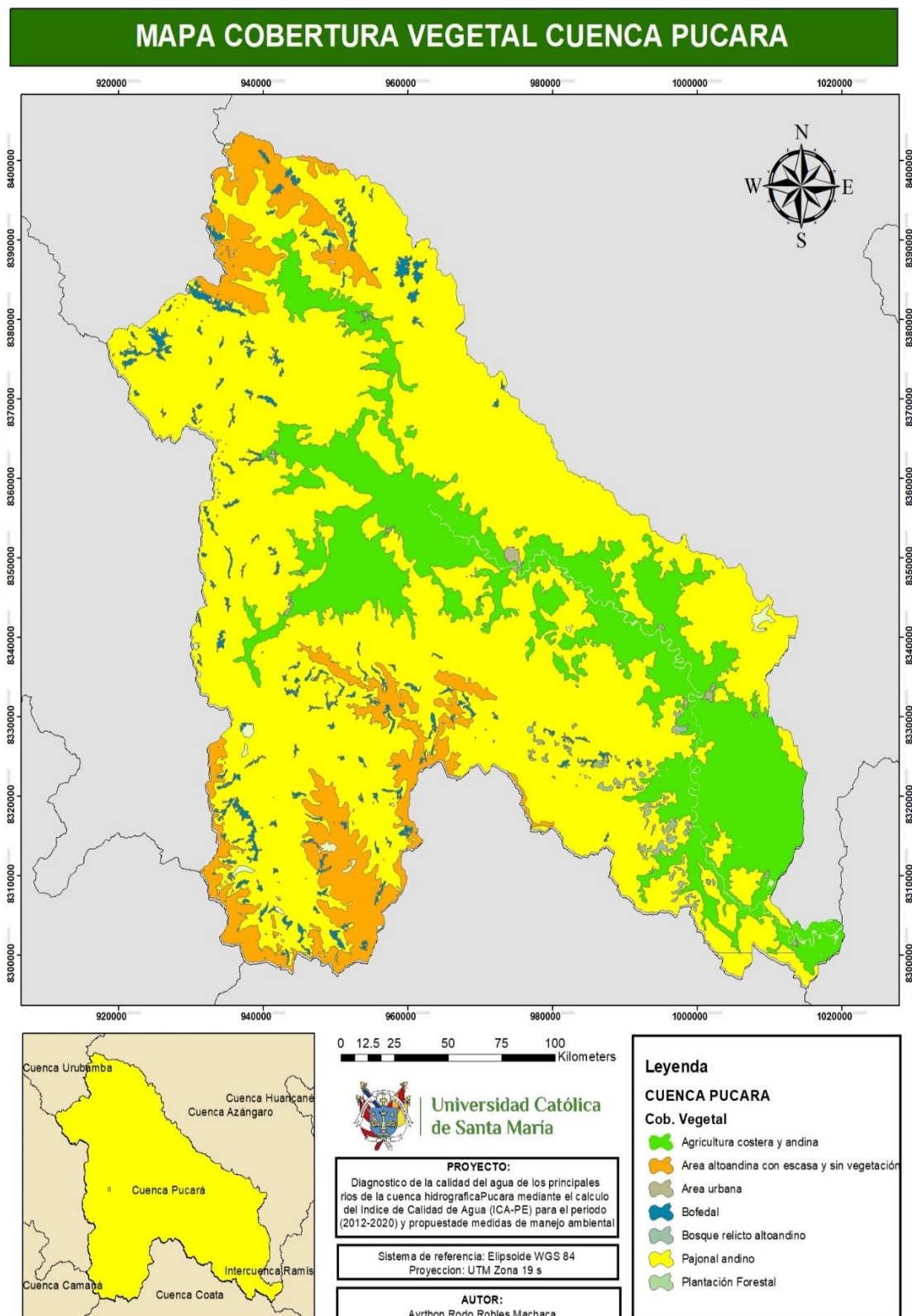


Figura 5: Mapa cobertura vegetal en la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

En la cuenca Pucara se han identificado siete (07) tipos de cobertura vegetal los cuales son el pajonal andino, plantaciones forestales, bofedal, agricultura costera y andina, área alto andina con escasa y sin vegetación, área urbana y bosque relicto alto andino. (GEO GPS PERÚ, 2021c)

Como se evidencia en el mapa cobertura vegetal en la cuenca Pucara (Fig. 5). La cobertura vegetal predominante en la cuenca Pucara es el Pajonal andino con una extensión de 3704 km² que representa el 69 % del área total de la cuenca y en menores porcentajes se encuentran con un 20 % la agricultura costera y andina con una extensión de 1220 km², con 8% el área alto andina con escasa y sin vegetación con una extensión de 492 km², 2% el bofedal con una extensión de 103 km² y el 1% restante representa bosque relicto altoandino, plantación forestales y las áreas urbanas ocupadas por los distritos en el ámbito de la cuenca Pucara.

En la cabecera cuenca los tipos de cobertura vegetal predominantes son el área altoandina con escasa y sin vegetación y el pajonal andino, en cuenca media los tipos de cobertura vegetal con mayor presencia son el pajonal andino, agricultura costera y andina y menor cantidad bofedal. En cuenca baja predomina el pajonal andino y la agricultura costera y andina.

B.2. Zonas de vida

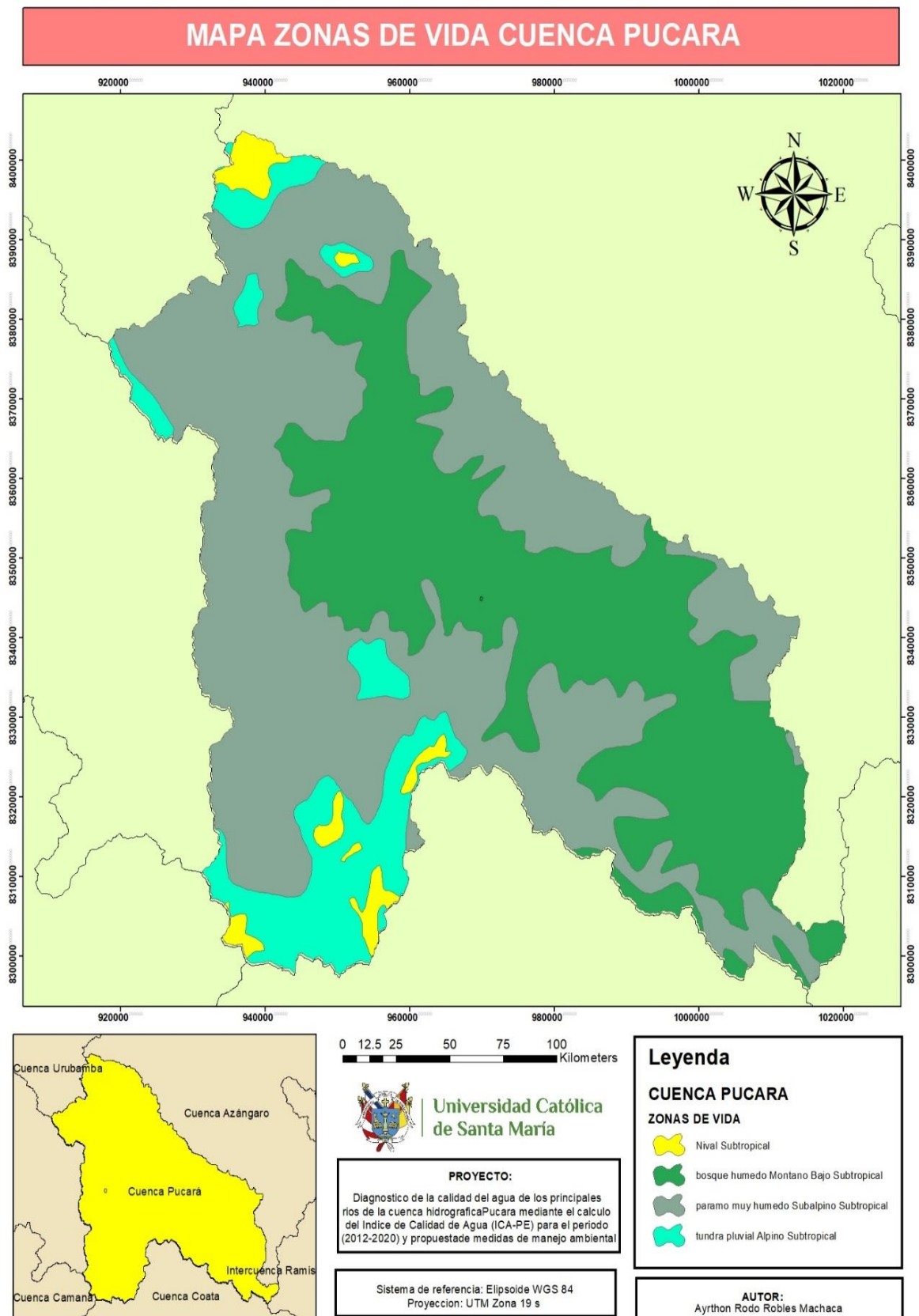


Figura 6: Mapa zonas de vida de la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

En la cuenca Pucara se han identificado cuatro (04) zonas de vida las cuales son el Nivel Subtropical, Bosque húmedo montano bajo subtropical con una Paramo muy húmedo subalpino subtropical y Tundra pluvial alpino subtropical (GEO GPS PERÚ, 2021d).

Como se evidencia en el Mapa de zonas de vida de la cuenca Pucara (Fig. 6). La Zona de vida de mayor predominancia en la cuenca pucara es el páramo muy húmedo Subalpino subtropical con una extensión 2937 km² equivalente al 53 % del área total de la cuenca, Bosque húmedo montano bajo subtropical con una extensión 2010 km² equivalente al 36% del área total de la cuenca, Tundra pluvial alpino subtropical con una extensión de 527 km² equivalente al 9% del área total de la cuenca y el nivel Subtropical con una extensión 122 km² equivalente al 2% del área total de la cuenca.

En la cabecera de cuenca predomina la zona de vida tundra pluvial alpino subtropical esto quiere decir que está caracterizado por tener un clima frígido - húmedo con la presencia de precipitaciones pluviales y es una zona con un potencial hídrico significativo.

En la parte media y baja de la cuenca predominan las zonas de vida de bosque húmedo montano subtropical y paramo muy húmedo subalpino subtropical, esto quiere indicar la presencia de precipitaciones pluviales y un clima semi frío y húmedo.

c) Sociales

C.1. Distritos

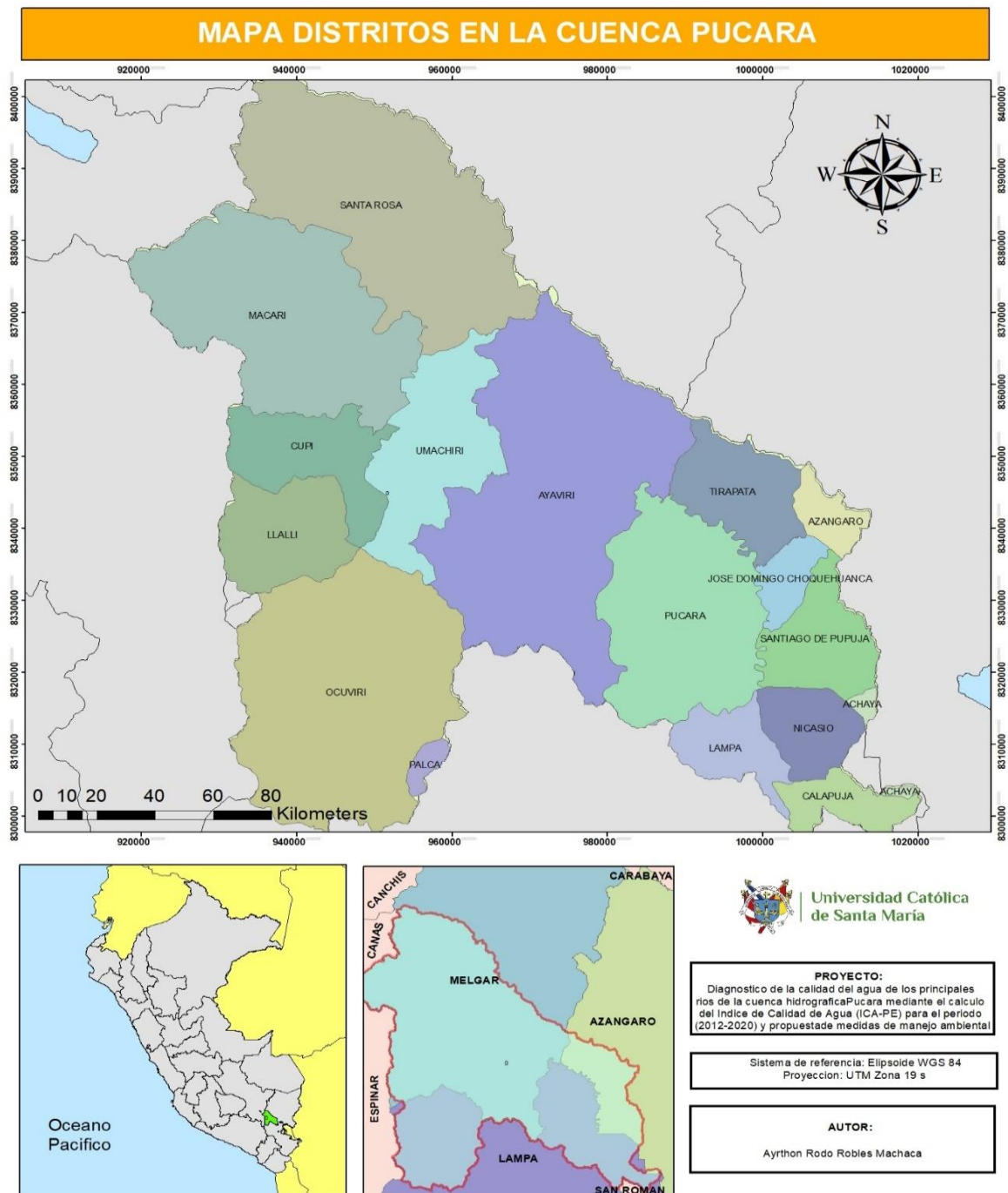


Figura 7: Mapa distritos de la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

Los distritos situados en la cuenca Pucara son un total de 17, siendo el distrito de Ayaviri, Lampa, Ocuvi, Santa Rosa y Pucara, los más representativos para la cuenca (GEO GPS PERÚ, 2021b).

C.2. Centros poblados

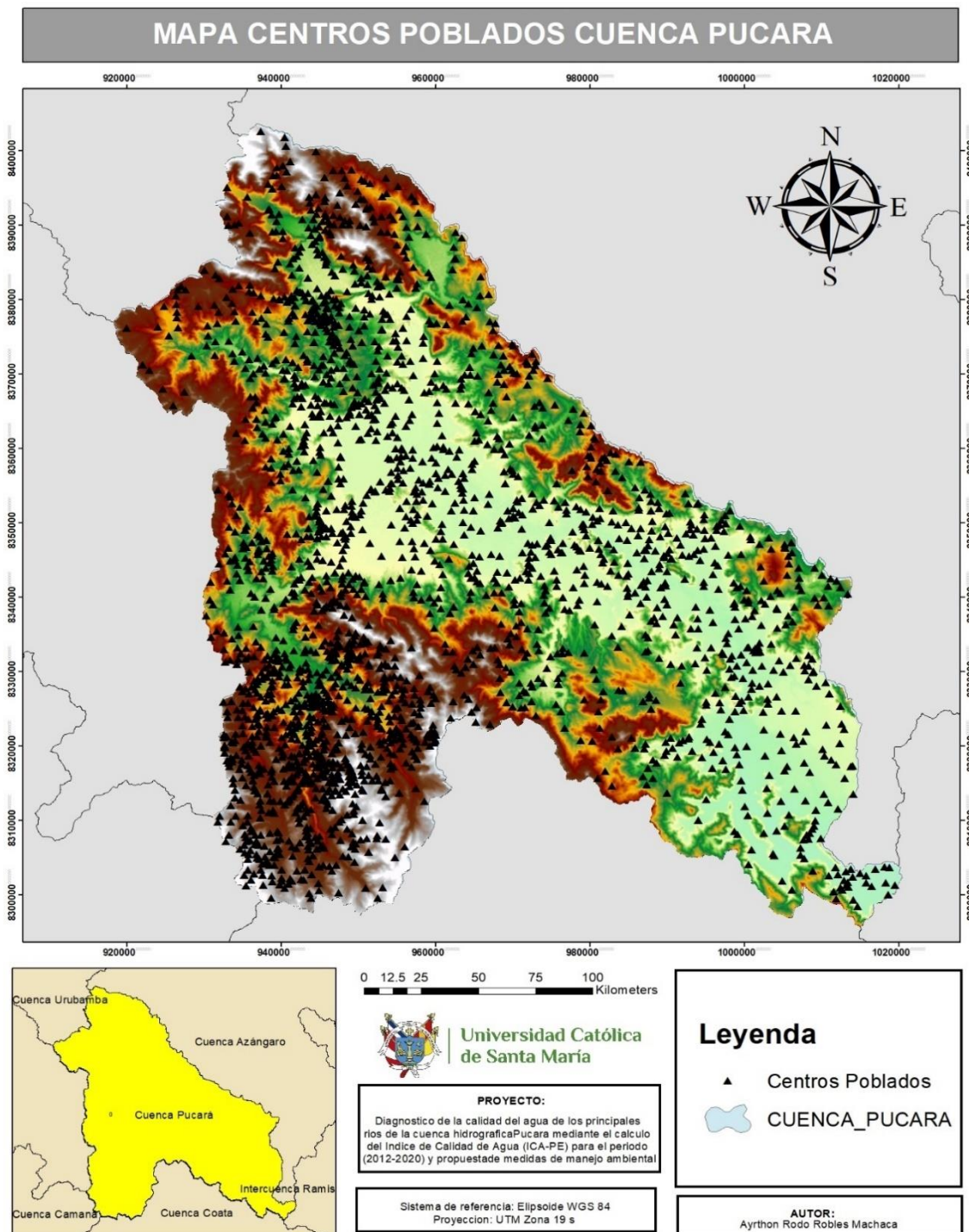


Figura 8: Mapa de los centros poblados de la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia

Los centros poblados situados en el ámbito de la Cuenca Pucara son un total de 2369, los cuales se encuentra de manera equitativa en la parte Alta, Media y baja de la Cuenca (GEO GPS PERÚ, 2021a).

4.1.2. Identificación de las fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca Pucara.

En la Cuenca Pucara, se ha identificado 08 fuentes de contaminación (Ver Anexo 5). de los cuales 05 corresponden a vertimiento de aguas residuales municipales, 02 vertimientos de aguas residuales industriales, 01 botaderos de gestión municipal (Fig. 9).

Cabe resaltar que ningún vertimiento de aguas residuales municipales cuenta con autorización de vertimientos por la Autoridad Nacional del Agua, sin embargo, algunas se encuentran registradas al Registro Único para el proceso de Adecuación Progresiva del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. De la misma forma los vertimientos industriales no cuentan con autorización de vertimientos.

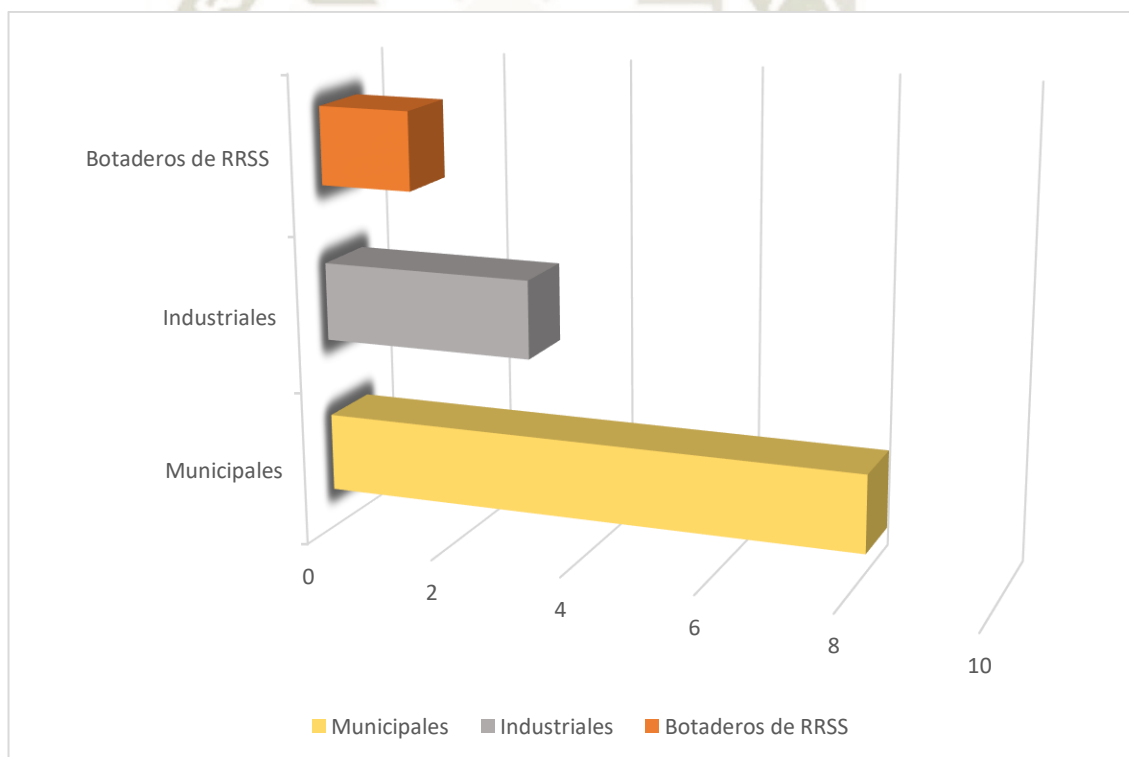


Figura 9: Fuentes de contaminación en el ámbito de la cuenca Pucara.

Fuente: Elaboración propia.

A) VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES (Ver tabla A.3)

- Aguas residuales del centro poblado Kunurana Alto

El vertimiento es proveniente de la poza séptica del centro poblado Kunurana Alto en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 296936; Norte: 8391989. La cual carece de mantenimiento alguno siendo una infraestructura al borde del colapso, sus aguas se vierten de manera directa al río Santa Rosa, las aguas vertidas presentan un pH de 8.68 es decir un pH con características básicas; Solidos Totales Disueltos: 447 ppm; conductividad eléctrica igual a 676 uS/cm

- Aguas residuales de la municipalidad distrital de Santa Rosa

El vertimiento es proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de la municipalidad distrital de Santa Rosa en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 303886; Norte: 8382382. La cual carece de operación y mantenimiento alguno observando una infraestructura en condiciones de abandono, sus aguas se vierten de manera directa al río Santa Rosa, las aguas vertidas presentan un pH de 8.46 es decir un pH con características básicas; Solidos Totales Disueltos: 404 ppm; conductividad eléctrica igual a 698 uS/cm.

- Aguas residuales de la municipalidad distrital de Llalli

El vertimiento es proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de la municipalidad distrital de Llallí en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 298649; Norte: 8347211. La cual carece de operación y mantenimiento alguno observando una infraestructura al borde del colapso y en condiciones de abandono, sus aguas se vierten de manera directa al río Llallimayo, las aguas vertidas presentan un pH de 6.15 es decir un pH con características ácidas; Solidos Totales Disueltos: 2.68 ppt; conductividad eléctrica igual a 2.35 mS/m.

- Aguas residuales de la municipalidad distrital de Pucara

El vertimiento es proveniente del sistema de conducción de desagüe de la municipalidad distrital de Pucara en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s

Este: 354259 Norte: 8336897. La municipalidad de Pucara carece de una planta o lagunas de estabilización infraestructuras que sean destinadas al tratamiento de aguas residuales domésticas, sus aguas se vierten de manera directa al río Pucara, las aguas vertidas presentan un pH de 8.1 es decir un pH con características básicas; Solidos Totales Disueltos: 7.2 ppm; conductividad eléctrica igual a 1095 uS/cm.

- Aguas residuales de la municipalidad distrital de Ayaviri

El vertimiento es proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales a cargo de la EPS Aguas del Altiplano S.R. ubicado en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 330535; Norte: 8352830. La planta de tratamiento carece de operación y mantenimiento, generando que la planta se encuentre en estado de abandono, sus aguas se vierten de manera directa al río Ayaviri, las aguas vertidas presentan un pH de 6.82 es decir un pH con características ácidas; Solidos Totales Disueltos: 1.15 ppt; conductividad eléctrica igual a 1700 uS/cm.

B) VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (Ver tabla A.4)

- Aguas residuales provenientes de la industria láctea

El vertimiento es proveniente de aguas residuales de productos lácteos ubicados en el centro poblado Chuquibambilla en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 314064; Norte: 8363955. Las aguas vertidas presentan un pH de 7.73 es decir un pH con características neutras; Solidos Totales Disueltos: 945 ppm; conductividad eléctrica igual a 1435 uS/cm.

- Aguas residuales provenientes de la industria minera

El vertimiento es proveniente de aguas residuales de origen minero en la cabecera de cuenca ubicados en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 298538; Norte: 8334488, cabe mencionar que la empresa minera ARUNTANI S.A.C. se encuentra en la etapa de cierre de mina u, las aguas vertidas presentan un pH de 6.79 es decir un pH con características ácidas; Solidos Totales Disueltos: 458 ppm; conductividad eléctrica igual a 676 uS/cm.

C) BOTADEROS DE RESIDUOS SOLIDOS (Ver tabla A.5)

La municipalidad distrital de Santa Rosa realiza la disposición final de sus residuos sólidos en un botadero el cual se encuentra a 180 metros aproximadamente del cauce del río Santa Rosa, cabe mencionar que el botadero se encuentra en coordenadas UTM-WGS 84 Zona: 19s Este: 304720; Norte: 8384806 y presenta una pendiente que facilita la movilización de los residuos sólidos hacia el río Santa Rosa.

4.1.3. Determinación del índice de calidad de agua (ICA-PE) de los principales ríos de la cuenca Pucara para el período 2012-2020.

4.1.3.1. Descripción y selección de parámetros de la calidad de agua a evaluar

La selección de parámetros de calidad a evaluar en la presente investigación se detalla en la Tabla 8, los parámetros fueron seleccionados basándose en la frecuencia de los parámetros evaluados en los informes técnicos de la Autoridad Nacional del Agua en el ámbito de la cuenca Pucara, Fuentes contaminantes y la experiencia del investigador.

Tabla 8: Parámetros seleccionados

<i>N°</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>
1	Oxígeno Disuelto	mg/L
2	pH	unidad de pH
3	Conductividad	uS/cm
4	Aceites y Grasas	mg/L
5	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L
6	Aluminio	mg/L
7	Arsénico	mg/L
8	Boro	mg/L
9	Cadmio	mg/L

10	Cobre	mg/L
11	Hierro	mg/L
12	Manganeso	mg/L
13	Mercurio	mg/L
14	Plomo	mg/L
15	Zinc	mg/L
16	Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)

Fuente: ANA (2018c)

4.1.3.2. Procesamiento de información de resultados de monitoreo de la calidad de agua cuenca Pucara periodo 2012-2020.

Se realizó el procesamiento de datos de los resultados de monitoreo de la calidad del agua de la red de monitoreo de la cuenca Pucara proporcionados en los informes técnicos elaborados por la Autoridad Nacional del Agua para el período 2012-2020 (Ver Anexo 8). Los datos de monitoreo son tabulados para determinar el número de parámetros y datos que no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental de Agua establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

- Número de Parámetros que incumplen los Estándares de Calidad Ambiental

Del procesamiento de datos de los informes de monitoreo de un total de 16 parámetros seleccionados, se determinó cuantos parámetros incumplen los ECAs para agua en cada uno de los puntos de monitoreo para el período 2012-2020 (Ver Anexo 7).

- Numero de Datos que incumplen los Estándares de Calidad Ambiental

Según la tabulación de los datos por cada punto de monitoreo el número total de datos a evaluar por parámetro y de aquellos que

incumplen los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (Ver Anexo 7).

4.1.3.3. Determinación de los factores de medición de Índice de Calidad de Agua (ICA-PE).

En la tabla 9, se muestran los valores del alcance (F1), los cuales se calcularon a partir de la aplicación de la *ecuación 1*, mediante la tabulación en el Software Excel 2017 (ver Tabla A.6).

Tabla 9: Valores del Alcance (F1)

<i>Punto de monitoreo</i>	<i>Alcance F1</i>
<i>QLuch1</i>	37.50
<i>RAzuf1</i>	31.25
<i>RPata1</i>	12.50
<i>RPata2</i>	12.50
<i>RChac1</i>	50.00
<i>RChac2</i>	50.00
<i>RChac3</i>	43.75
<i>RLlal1</i>	37.50
<i>RStro1</i>	18.75
<i>RStro2</i>	31.25
<i>RStro3</i>	25.00
<i>RPuca1</i>	12.50
<i>RPuca2</i>	12.50
<i>RAyav1</i>	12.50
<i>RAyav2</i>	37.50
<i>RChaq1</i>	12.50
<i>RChaq2</i>	6.25
<i>RMaca1</i>	6.25
<i>RMaca2</i>	18.75

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 10, se muestran los valores de la Frecuencia (F2), los cuales se calcularon a partir de la aplicación de la *ecuación 2*, mediante la tabulación en el Software Excel 2017 (ver Tabla A.7).

Tabla 10: Valores del Frecuencia (F2)

<i>Punto de monitoreo</i>	<i>Frecuencia F2</i>
<i>QLuch1</i>	18.31
<i>RAzuf1</i>	29.58
<i>RPata1</i>	4.96
<i>RPata2</i>	6.92
<i>RChac1</i>	29.79
<i>RChac2</i>	24.64
<i>RChac3</i>	18.11
<i>RLlal1</i>	6.34
<i>RStro1</i>	3.52
<i>RStro2</i>	11.97
<i>RStro3</i>	8.45
<i>RPuca1</i>	7.04
<i>RPuca2</i>	8.45
<i>RAyav1</i>	4.23
<i>RAyav2</i>	12.68
<i>RChaq1</i>	2.82
<i>RChaq2</i>	2.11
<i>RMaca1</i>	1.27
<i>RMaca2</i>	2.82

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11, se muestran los valores de la Amplitud (F3), los cuales se calcularon a partir de la aplicación de la *ecuación 3*, mediante la tabulación en el Software Excel 2017 (ver Tabla A.8).

Tabla 11: Valores del Amplitud (F3)

<i>Punto de monitoreo</i>	<i>Amplitud F3</i>
<i>QLuch1</i>	94.585
<i>Razuf1</i>	94.397
<i>Rpata1</i>	2.512
<i>Rpata2</i>	3.940
<i>Rchac1</i>	31.762
<i>Rchac2</i>	34.503
<i>Rchac3</i>	15.390
<i>Rllal1</i>	22.758
<i>Rstro1</i>	27.715
<i>Rstro2</i>	95.121
<i>Rstro3</i>	11.998
<i>Rpuca1</i>	3.209
<i>Rpuca2</i>	2.046
<i>Rayav1</i>	9.402
<i>Rayav2</i>	10.312
<i>Rchaq1</i>	0.261
<i>Rchaq2</i>	0.135
<i>Rmaca1</i>	4.242
<i>Rmaca2</i>	0.271

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12, se muestran los valores del ICA-PE, los cuales se calcularon a partir de la aplicación de *la ecuación 4*, mediante la tabulación en el Software Excel 2017.

Tabla 12: Índices de Calidad de agua (ICA-PE)

PUNTO DE MONITOREO	F1 (Alcance)	F2 (Frecuencia)	F3 (Amplitud)	ICA
<i>QLuch1</i>	37.50	18.31	94.585	40.31 Malo
<i>RAzuf1</i>	31.25	29.58	94.397	40.10 Malo
<i>RPata1</i>	12.50	4.96	2.512	92.10 Excelente
<i>RPata2</i>	12.50	6.92	3.940	91.44 Excelente
<i>RChac1</i>	50.00	29.79	31.762	61.72 Regular
<i>RChac2</i>	50.00	24.64	34.503	62.15 Regular
<i>RChac3</i>	43.75	18.11	15.390	71.25 Regular
<i>RLlal1</i>	37.50	6.34	22.758	74.41 Regular
<i>RStro1</i>	18.75	3.52	27.715	80.57 Bueno
<i>RStro2</i>	31.25	11.97	95.121	41.78 Malo
<i>RStro3</i>	25.00	8.45	11.998	83.26 Bueno
<i>RPuca1</i>	12.50	7.04	3.209	91.51 Excelente
<i>RPuca2</i>	12.50	8.45	2.046	91.21 Excelente
<i>RAyav1</i>	12.50	4.23	9.402	90.65 Excelente
<i>RAyav2</i>	37.50	12.68	10.312	76.38 Bueno
<i>RChaq1</i>	12.50	2.82	0.261	92.60 Excelente
<i>RChaq2</i>	6.25	2.11	0.135	96.19 Excelente
<i>RMaca1</i>	6.25	1.27	4.242	95.58 Excelente
<i>RMaca2</i>	18.75	2.82	0.271	89.05 Bueno

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2. Elaboración de Mapa temático de los Índices de Calidad de Agua

Los resultados obtenidos del índice de calidad del agua son representados mediante el software ArcMap 10.5, en un Mapa temático (Fig. 10) el cual presenta los índices de calidad de agua obtenidos para los 19 puntos de monitoreo establecidos en la cuenca Pucara.

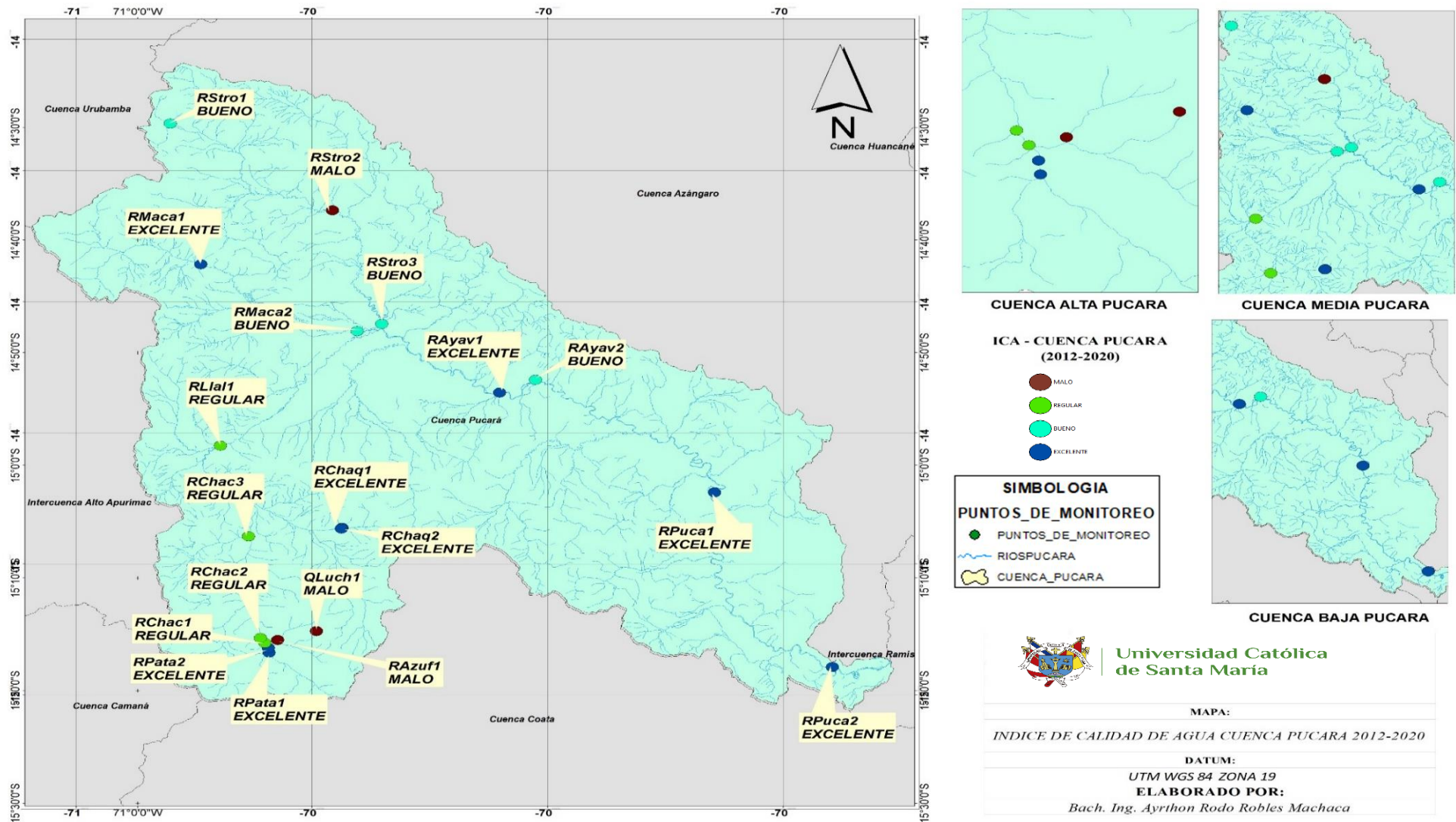


Figura 10: Mapa del índice de calidad de agua de la cuenca Pucara 2012-2020

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Elaboración de propuestas de manejo ambiental para los principales ríos de la cuenca Pucara

Se ha elaborado la tabla 13 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales de la quebrada Luchusani la cual contiene 01 puntos de monitoreo.

Tabla 13: Medidas de Manejo Ambiental Quebrada Luchusani

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

QUEBRADA LUCHUSANI

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Lampa

Dist.: Ocuwiri

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
QLuch1	306593	8313766	MALO

PROBLEMÁTICA

La Quebrada Luchusani para el período 2012-2020, presenta una calidad de agua mala esto quiere decir que no cumple con los objetivos de calidad y es un recurso hídrico dañado y/o afectado, que necesita tratamiento para poder cumplir sus funciones o servicios ecosistémicos. Cabe mencionar que la quebrada Luchusani se encuentra dentro la Influencia directa de la actividad minera que se realiza en la cuenca Pucara. Según algunos autores la afectación del recurso hídrico se origina por causas naturales debido al tipo de suelos y rocas (volcánicas),

PROPUESTAS

- ✓ *Implementación de Tecnologías para la recuperación del cuerpo hídrico afectado (Humadales Artificiales, Planta Compactas de tratamiento de agua, Biorremediación o Fitorremediación)*
- ✓ *Reforestación zonas degradadas con especies nativas de la zona para evitar la erosión hídrica*
- ✓ *Monitoreo de Sedimentos presentes en el agua.*
- ✓ *Elaboración de estudios hidro geoquímicos del agua.*

- ✓ *Fortalecimiento de Capacidades Municipales a fin de garantizar que se cumplan las actividades comprendidas en el Plan de Cierre de Mina de la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 14 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Azufrini el cual contiene 01 puntos de monitoreo.

Tabla 14: Medidas de Manejo Ambiental Río Azufrini

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO AZUFRINI

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Lampa

Dist.: Ocuwiri

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
QAzuf1	301962	8312245	MALO

PROBLEMÁTICA

El río Azufrini para el período 2012-2020 presenta una calidad de agua mala esto quiere decir que no cumple con los objetivos de calidad y es un recurso hídrico dañado que necesita tratamiento para poder cumplir sus funciones o servicios ecosistémicos. El río Azufrini es el cuerpo hídrico receptor de los vertimientos de la actividad minera a cargo de la Empresa ARUNTANI S.A.C la cual es identificada como una fuente de contaminación y es el único vertimiento autorizado y registrado por la Autoridad Nacional del Agua.

PROPUESTAS

- ✓ *Establecer acuerdos entre la Empresa Minera y el Gobierno Regional de Puno para proponer proyectos que permitan recuperar la calidad del agua del río Azufrini.*

- ✓ *Implementación de Tecnologías para la recuperación del cuerpo hídrico afectado (Humedales Artificiales, Planta Compactas de tratamiento de agua, Biorremediación o Fitorremediación)*
- ✓ *Fortalecimiento de capacidades Municipales a fin de garantizar que se cumplan las actividades comprendidas en el Plan de Cierre de Mina de la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C.*
- ✓ *Monitoreo de Sedimentos presentes en el agua*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 15 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Pataqueña el cual contiene 02 puntos de monitoreo.

Tabla 15: Medidas de Manejo Ambiental Río Pataqueña

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO PATAQUEÑA

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Lampa

Dist.: Ocuwiri

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
RPata1	300947	8310179	EXCELENTE
RPata2	300855	8310926	EXCELENTE

PROBLEMÁTICA

El Río Pataqueña para el período 2012-2020 presenta una calidad de Agua excelente esto quiere decir que la calidad del agua está protegida de amenazas. Cabe mencionar que en el presente recurso hídrico no se tiene ninguna licencia de uso de agua.

PROPUESTAS

- ✓ *Continuar con la Vigilancia y monitoreo del recurso hídrico*

- ✓ *Capacitación y asistencia técnica a los centros poblados aledaños al recurso hídrico, orientados a la conservación de la calidad del agua.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 16 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Chacapalca el cual contiene 03 puntos de monitoreo.

Tabla 16: Medidas de Manejo Ambiental Río Chacapalca

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO CHACAPALCA

UBICACIÓN

Dpto.: *Puno*

Prov.: *Lampa*

Dist.: *Ocuviri*

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
RChac1	300434	8311760	REGULAR
RChac2	299889	8312555	REGULAR
RChac3	298318	8329213	REGULAR

PROBLEMÁTICA

El río Chacapalca formado por confluencia del Río Pataqueña y Río Azufrini, presenta una calidad de agua Regular en sus tres puntos de monitoreo para el período 2012-2020, esto quiere decir que ocasionalmente la calidad del agua se encuentra dañada o amenazada, requiriendo tratamientos para cumplir los objetivos de calidad. Cabe mencionar que en el recurso hídrico en mención existen licencias de uso de agua con fines Agrarios. Cabe mencionar, que el presente río existe rocas y/o sedimentos arrastrados por la escorrentía de aguas arriba que podrían tener repercusión en la calidad del agua.

PROPUESTAS

- ✓ *Implementación de Tecnologías para la recuperación del cuerpo hídrico afectado (Humedales Artificiales, Planta Compactas de tratamiento de agua, Biorremediación o Fitorremediación).*
- ✓ *Monitoreo de Sedimentos presentes en el agua*
- ✓ *Mejorar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (Lagunas Facultativas) Municipales a cargo de la Municipalidad Distrital de Ocuvi*
- ✓ *Elaborar estudios técnicos de la hidro geoquímica del agua.*
- ✓ *Sensibilización a los pobladores orientadas a la relación que existe entre la calidad del agua y el uso de agroquímicos.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 17 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Llallimayo el cual contiene 01 puntos de monitoreo.

Tabla 17: Medidas de Manejo Ambiental Río Llallimayo

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO LLALLIMAYO

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Melgar

Dist.: Llalli

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
QLlal1	294829	8344024	REGULAR

PROBLEMÁTICA

El río Llallimayo formado por la confluencia del río Chacapalca y Chaquelle, presenta una calidad de agua regular para el período 2012-2020, esto quiere decir que ocasionalmente la calidad del agua se encuentra dañada o amenazada, requiriendo tratamientos para cumplir los objetivos de calidad. El río Llallimayo es la continuación del río Chacapalca, cabe mencionar que el recurso hídrico en mención cuenta con licencias de usos de agua con fines agrarios y se encuentra el vertimiento

de aguas residuales municipales del distrito de Llalli el cual es identificado como una fuente de contaminación.

PROPUESTAS

- ✓ *Monitoreo de Sedimentos presentes en el agua*
- ✓ *Mejorar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (Lagunas Facultativas) Municipales a cargo de la Municipalidad Distrital de Llalli*
- ✓ *Monitorear la descarga de efluentes líquidos a las Lagunas Facultativas.*
- ✓ *Sensibilización a los pobladores orientadas a la relación que existe entre la calidad del agua y el uso de agroquímicos.*
- ✓ *Proponer la creación de un parque industrial*
- ✓ *Capacitación al área técnica Municipal en materia de recursos hídricos.*
- ✓ *Implementar normativa de saneamiento para Valores Máximos Admisibles (VMA) en el sistema de alcantarillado.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 18 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Chaquelle el cual contiene 02 puntos de monitoreo.

Tabla 18: Medidas de Manejo Ambiental Río Chaquelle

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO CHAQUELLE

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Lampa

Dist.: Ocuwiri

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
RChaq1	8330674	4341	EXCELENTE
RChaq2	8330578	4334	EXCELENTE

PROBLEMÁTICA

El río Chaquelle para el período 2012-2020, presenta una calidad de agua excelente esto quiere decir que la calidad del agua está protegida de amenazas. Cabe mencionar que el río Chaquelle se encuentra dentro del área de influencia de las actividades de la Empresa minera las Águilas.

PROPUESTAS

- ✓ Continuar con la Vigilancia y monitoreo del recurso hídrico
- ✓ Incrementar la frecuencia de monitoreo la calidad del agua

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 19 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Macarimayo el cual contiene 02 puntos de monitoreo.

Tabla 19: Medidas de Manejo Ambiental Río Macarimayo

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO MACARIMAYO

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Melgar

Dist.: Macari

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
RMaca1	292220	8373696	EXCELENTE
RMaca2	311087	8362943	BUENO

PROBLEMÁTICA

El río Macari es sus dos puntos de monitoreo presentan calidad de agua distintas para el punto de monitoreo RMaca1 que se encuentra aguas arriba del puente Bellavista presenta una calidad de agua excelente sin embargo el punto de monitoreo RMaca2 que se encuentra aguas abajo del puente Bellavista presenta una calidad de agua buena. Esto quiere decir que la calidad del agua del río Macarimayo cumple con los objetivos de calidad sin embargo podría alejarse un poco de la calidad natural. Cabe

mencionar que el recurso hídrico en mención existe varias licencias de uso de agua con fines agrarios y poblacional.

PROPUESTAS

- ✓ *Continuar con la Vigilancia y monitoreo del recurso hídrico*
- ✓ *Mejorar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales municipales a cargo de la Municipalidad Distrital de Macari.*
- ✓ *Sensibilización a los pobladores orientadas a la relación que existe entre la calidad del agua y el uso de agroquímicos.*
- ✓ *Supervisar la calidad de agua de los vertimientos de las plantas queseras*
- ✓ *Identificación de fuentes contaminantes (vertimientos industriales ilegales) a cargo de la municipalidad distrital de Macari*
- ✓ *Mejorar el sistema de alcantarillado y controlar la calidad del agua que vierten al río Macarimayo*
- ✓ *Implementar normativa de saneamiento para Valores Máximos Admisibles (VMA) en el sistema de alcantarillado.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 20 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Santa Rosa el cual contiene 03 puntos de monitoreo.

Tabla 20: Medidas de Manejo Ambiental Río Santa Rosa

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

RÍO SANTA ROSA

UBICACIÓN

Dpto.: Puno

Prov.: Melgar

Dist.: Santa Rosa

PUNTOS DE MONITOREO

COD	Este	Norte	ICA
RStro1	288378	8396748	BUENO
RStro2	307977	8382671	MALO
RStro3	314023	8364134	BUENO

PROBLEMÁTICA

El río Santa Rosa en dos de sus tres puntos de monitoreo presenta una calidad de agua buena y en el punto RStro2 presenta una calidad de agua mala para el período 2012-2020, el punto que presenta la calidad de agua mala está condicionada al vertimiento continuo de aguas residuales municipales del distrito de Santa Rosa la misma que fue identificada como una fuente contaminante de la Cuenca Pucara al igual que el botadero de Residuos Sólidos que se encuentra aproximadamente a 100 metros del río Santa Rosa en su parte baja. Cabe mencionar que el río Santa Rosa existen licencias de uso de agua con fines agrarios

PROPUESTAS

- ✓ *Mejorar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (Lagunas Facultativas) Municipales a cargo de la Municipalidad Distrital Santa Rosa.*
- ✓ *Implementar normativa de saneamiento para Valores Máximos Admisibles (VMA) en el sistema de alcantarillado.*
- ✓ *Capacitación y asistencia técnicas orientadas a las buenas prácticas agrícolas.*
- ✓ *Reubicación de la zona de disposición final de los residuos sólidos municipales*
- ✓ *Capacitación al área técnica Municipal en materia de recursos hídricos*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 21 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Ayaviri el cual contiene 02 puntos de monitoreo.

Tabla 21: Medidas de Manejo Ambiental Río Ayaviri

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

<i>RÍO AYAVIRI</i>			
<i>UBICACIÓN</i>			
<i>Dpto.: Puno</i>	<i>Prov.: Melgar</i>		<i>Dist.: Ayaviri</i>
<i>PUNTOS DE MONITOREO</i>			
COD	Este	Norte	ICA
RAYav1	328236	8352991	EXCELENTE
RAYav2	332527	8355116	BUENO

PROBLEMÁTICA

El río Ayaviri en el punto de monitoreo de calidad RAYav1 ubicado aguas arriba de la captación de agua con fines poblacionales a cargo de la EPS Aguas del Altiplano SRL presenta una calidad de agua excelente, sin embargo, el punto de monitoreo de calidad RAYav2 que se encuentra aguas debajo de la PTAR de la EPS Aguas del Altiplano SRL presenta una calidad de agua buena debido a que la calidad se aleja un poco de la calidad natural del agua debido a l vertimiento de aguas residuales municipales del distrito de Ayaviri .Cabe mencionar que en la actualidad se viene desarrollando el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca de Lago Titicaca aprobado mediante Resolución Ministerial N° 231-2019-VIVIENDA. El cual contempla la construcción de una nueva planta de tratamiento de agua residuales para el distrito de Ayaviri.

PROPUESTAS

- ✓ *Implementación de los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémico para su fuente de agua destinada a consumo humano de la EPS Aguas del Altiplano S.R.L.*
- ✓ *Implementación de los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de efluentes a las redes de alcantarillado a cargo de la EPS Aguas del Altiplano S.R.L.*
- ✓ *Cambiar los puntos de monitoreo de calidad de agua a 50 metros del vertimiento de aguas residuales actual.*

✓ *Capacitación al área técnica Municipal en materia de recursos hídricos*

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha elaborado la tabla 22 donde se muestran las propuestas de medidas de manejo ambiental en función a los resultados obtenidos del índice de calidad de agua, fuentes contaminantes y aspectos sociales, económicos y ambientales del río Macarimayo el cual contiene 02 puntos de monitoreo.

Tabla 22: Medidas de Manejo Ambiental Río Pucara

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

<i>RÍO PUCARA</i>			
<i>UBICACIÓN</i>			
<i>Dpto.: Puno</i>	<i>Prov.: Lampa</i>		<i>Dist.: Pucara</i>
<i>PUNTOS DE MONITOREO</i>			
<i>COD</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>ICA</i>
<i>RPuca1</i>	<i>354128</i>	<i>8336799</i>	<i>EXCELENTE</i>
<i>RPuca2</i>	<i>368386</i>	<i>8308290</i>	<i>EXCELENTE</i>

PROBLEMÁTICA

El río Pucara para el período 2012-2020, presenta una calidad de agua excelente esto quiere decir que la calidad del agua está protegida de amenazas. Sin embargo, se pudo identificar 03 fuentes contaminantes presentes en el Río Pucara

PROPUESTAS

- ✓ *Continuar con la Vigilancia y monitoreo del recurso hídrico*
- ✓ *Mejorar el sistema de alcantarillado y controlar la calidad del agua que vierten al río Pucara*
- ✓ *Implementar normativa de saneamiento para Valores Máximos Admisibles (VMA) en el sistema de alcantarillado*
- ✓ *Capacitación al área técnica Municipal en materia de recursos hídricos*

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Discusión

El objetivo general de la presente investigación es diagnosticar la calidad de agua de los principales ríos de la cuenca Pucara mediante el cálculo del Índice de Calidad de Agua ICA – PE, para el período 2012 -2020 y proponer medidas de manejo ambiental según correspondan, se evidencio que a la actualidad no se realizaron estudios en la cuenca Pucara como unidad hidrográfica, sin embargo se realizaron investigaciones a nivel de microcuencas o ríos pertenecientes a la cuenca Pucara, en tal sentido la investigación realizada por Campos (2018) en la microcuenca Llallimayo, indica que la calidad del agua se ve afectada de manera antropogénica por la actividad minera a cargo de la empresa ARUNTANI S.A.C y de manera natural por un depósito diseminado epitelmal de alta sulfuración, con presencia de rocas volcánicas las cuales debido al movimiento de tierras y arrastre de escorrentías superficiales generan que el agua de los ríos ubicados en cabecera de cuenca presenten un pH ácido, metales pesados y sulfatos en concentraciones altas. En la presente investigación se difiere de las conclusiones del autor en mención debido a que en el diagnóstico de la calidad del agua de los cuerpos hídricos ubicados en cabecera de cuenca (quebrada Luchusani y río Azufrini) presentan un índice de calidad de agua MALO y sus efluentes Chacapalca y Llallimayo presentan índices de calidad de agua REGULAR a lo largo del período 2012 – 2020. Esto indica que la calidad de agua natural se encuentra amenazada o dañada, descartando la posibilidad de que la afectación a la calidad del agua de los ríos sea de origen natural, en el procesamiento de la información de los resultados de monitoreo de la calidad del agua para el periodo 2012-2020 de la Autoridad Nacional del Agua (Ver Anexo 7). En la tabla A.9 se encuentra la data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad de agua para la quebrada Luchusani, quebrada en la que la empresa minera ARUNTANI S.A.C descarga sus efluentes mineros , el recurso hídrico en mención presentan parámetros que incumplen los estándares de calidad ambiental para agua categoría 3 desde el año 2012 al 2018, estos parámetros son: Potencial de Hidrogeno cuyo valores oscila entre 3.67 y 5.27 es decir aguas con características ácidas; Aluminio cuyos valores oscilan entre 10.8 y 310.85 mg/L superando el estándar de calidad ambiental de 5 mg/L; Manganeso cuyos valores oscilan entre 1.4 y 4.3 mg/L superando el estándar de calidad ambiental de 0.2 mg/L . Para el caso del Hierro en los años 2013 y 2014, presenta valores que superan los 5mg/L establecidos en los

estándares de calidad ambiental. Asimismo, en el 2016 el parámetro denominado Coliformes Termo tolerantes supero el estándar de calidad ambiental de 1000 NMP/100ml con un valor de 2300000 NMP/100ml.

Geográficamente como se muestra en el Mapa principales ríos de la cuenca Pucara (ver Anexo 1). El río Azufrini recibe las aguas provenientes de la quebrada Luchusani, en el río Azufrini se evidencia el incumplimiento de los ECAs para agua categoría 3 frecuentemente en el periodo de investigación para los parámetros de pH, aluminio, manganeso, cobre y hierro. La confluencia de los ríos Azufrini y Pataqueña dan nombre al río Chacapalca el cual para el periodo 2012-2020, incumple los ECAs para agua categoría 3 en los parámetros de pH, aluminio, boro, cadmio, hierro y manganeso. Asimismo, la confluencia de los ríos Chacapalca y Chaquelle dan nombre al río Llallimayo el cual se ve afectado por el incumplimiento de los ECAs de agua categoría 3 en los parámetros de pH, aluminio, cobre, hierro y manganeso en diferentes años. Los ríos Chaquelle y Pataqueña son efluentes de la cuenca Coata, asimismo, estos ríos presentan índices de calidad de agua EXCELENTE, el cual indica que no existen parámetros que superen los ECAs de agua frecuentemente para el periodo de investigación, evidenciando que la disminución de parámetros afectados y mejora de la calidad de agua desde cabecera de cuenca hasta el río Llallimayo se ve condicionada por estos dos ríos que confluyen con ríos que son efluentes de cabecera de cuenca lugar donde se ubica el vertimiento de la empresa minera ARUNTANI S.A.C. Cabe mencionar que la empresa minera, a petición de los pobladores aledaños culmina sus operaciones en el año 2018 y empieza su plan de cierre de mina que se encuentra en ejecución a la actualidad.

Otra investigación realizada a nivel de microcuenca o ríos, es la que presenta Huahuasoncco (2018) en la investigación que realiza el autor en el río Ayaviri concluye que existe una afectación negativa proveniente de aguas residuales, debido a los resultados de análisis fisicoquímicos del agua obteniendo valores que fluctúan para los parámetros de potencial de hidrogeno entre 7.55 y 8.20 , conductividad eléctrica entre 872.11 y 1861.56 us/cm , demanda bioquímica de oxígeno entre 69.72 y 160 mg/L , demanda química de oxígeno entre 174.23 y 320 mg/L, solidos totales disueltos entre 136.52 y 519.45 mg/L y aceites y grasas entre 0.98 y 6.06 mg/L, en los puntos de monitoreo ubicados en coordenadas P1 (Este: 329473 ; Norte: 83528787) y P4 (Este: 330995 ; Norte: 8353247).

En la presente investigación se diagnostica la calidad de agua de dos puntos de monitoreo para el río Ayaviri los cuales son codificados como RAYav1 (Este: 328236; Norte: 8352991) y RAYav2 (Este: 332527; Norte: 8355116), obteniendo resultados de Índice de calidad de agua con valores de Excelente y Bueno respectivamente, esto quiere decir que no existe el incumplimiento frecuente de los ECAs para agua y por ende no se puede concluir que el río Ayaviri se encuentra afectado o alterado, sin embargo en la presente investigación según la recopilación de datos para el río Ayaviri (Ver tabla A.16) en el año 2018 se ve presenta un incumplimiento de los ECAs categoría 1 para los parámetros pH con un valor 8.92 , arsénico con un valor de 0.11 mg/L y boro con un valor de 2.12 mg/L en el punto RAYav2 y en RAYav1 el parámetro de arsénico con un valor de 0.017 mg/L. Cabe mencionar, que los resultados proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua para el río Ayaviri son comparados con los ECAs categoría 1 debido a la clasificación del río Ayaviri según la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, el autor compara sus resultados con los ECAs categoría 4. Por lo que la presente investigación no coincide con el autor debido a que los resultados de monitoreo son diferentes en cuanto a fecha, procedimiento de monitoreo, comparación de resultados con la categoría normada para el río Ayaviri de ECAS para agua y que los resultados de monitoreo proporcionados por el autor son de un laboratorio no acreditado por INACAL. La presente investigación utiliza los resultados de monitoreo proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua los mismo que son procesados por diferentes laboratorios acreditados por INACAL como ALS Perú, SGS, Servicios Analíticos Generales (SAG) y NSF Envirolab.

Otra investigación realizada en un río perteneciente a la cuenca Pucara, es la que realiza Curasi (2019) la investigación se realiza en el río Llallimayo, donde el autor evalúa el grado de riesgo ambiental generado por la descarga de efluentes mineros, como resultados presenta que el agua residual de origen minero representa un riesgo ambiental negativo para la biota y salud de las personas, debido a presenta un pH con características ácidas. Los resultados propuestos por el autor coinciden con los identificados en la presente investigación, debido a que el río Llallimayo presenta un índice de calidad de agua Regular y como se muestra en la tabla A.13: data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad de agua en el río Llallimayo en el año 2013, 2016 y 2020 se presenta un pH que fluctúa entre 5 y 6 unidades de pH es decir

un pH con características ácidas, esto quiere decir que la calidad de agua del cuerpo hídrico ocasionalmente se encuentra amenazada, sin embargo, al realizar la identificación de fuentes contaminantes se encontró que la contaminación al río Llallimayo no solo proviene de cuerpos hídricos ubicados en cabecera de cuenca donde se realizan actividades mineras, sino que también se identifica una fuente contaminante proveniente de aguas residuales municipales las cuales presentan un pH de 6.15 es decir aguas con características ácidas (Ver Tabla A.3) esto se debe a que en el distrito de Llalli la actividad de productos lácteos es una de las principales actividades, y que las empresas formales e informales no realizan tratamientos para sus aguas residuales que son vertidos directamente a la red de alcantarillado mezclándose con aguas residuales domésticas lo que genera la alteración del cuerpo hídrico receptor.

A continuación, se discute los resultados de los objetivos secundarios obtenidos de este presente trabajo de investigación, se empieza discutiendo de la elaboración de mapas temáticos para las características sociales, ambientales y económicas de la cuenca Pucara.

Los sistemas de información geografía se han convertido en una herramienta importante para investigadores, analistas y planificadores, debido a que al utilizar información espacial por medio de bases de datos que permitan manejar espacios geográficos extensos de una más accesible y de esta manera tomar decisiones focalizadas y realizar intervenciones más eficientes. (Universidad de los Andes, 2006)

En el trabajo realizado por Laqui (2019) aplico sistemas de información geográfica por medio de los software Fragstat y Arcgis, permitiéndole identificar que los usos de suelo que predominan en la cuenca del lago Titicaca son los de actividades antropogénicas, áreas de cultivos transitorios, áreas urbanas, áreas de extracción minera e hidrocarburos, asimismo, indica que la calidad del agua se ve afectada por el suelo con usos urbanos es decir aguas residuales de origen municipal y/o industrial. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden concluyendo que el mayor uso de suelos en la cuenca pucara está destinado al uso de cultivos transitorios y suelos urbanos, los mismo que tienen incidencia en la calidad del agua por las actividades que se desarrollan.

En la presente investigación se recopiló información de los Geo portales del Estado peruano, la cual es una base de datos espaciales de todo el Perú para los diferentes ministerios. Al utilizar esta información se pudo caracterizar las condiciones ambientales, sociales y económicas de nivel de cuenca hidrográfica.

La identificación de fuentes contaminantes de los recursos hídricos en su gran mayoría se localizan por la identificación de tuberías de vertimientos a este tipo de tipo se le denomina fuentes puntuales (UICN, 2009). Otro tipo de identificación de fuentes contaminantes son aquellas no puntuales como las describe Cordero et al. (2005) que indica que son aquellas que presentan en un lugar distinto a la descarga, esto quiere decir que no es posible relacionar la descarga con un lugar específico de contaminación.

En base a los distintos criterios de (Cordero et al., 2005; UICN, 2009) se realizó el recorrido por la cuenca Pucara a fin de identificar fuentes de contaminación de los principales ríos, localizando tuberías de vertimientos directos se encontró con tuberías de descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas en estado de abandono, planta de productos lácteos y vertimiento minero, asimismo, se pudo identificar una fuente de contaminación no puntual de residuos sólidos que por condiciones climatológicas los residuos llegan a disponerse en el cauce de uno de los principales ríos de la cuenca Pucara.

Seguidamente se discute los resultados de la aplicación de la metodología para el cálculo del índice de calidad de agua. En la literatura se puede observar diferentes métodos para el cálculo de los Índices de Calidad de Agua.

Como los modelo propuesto por Brown et al. (1970) de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos de Norteamérica (ICA-NSF); Balmaseda & Garcia (2014) Canadian Council of Ministers of the Environment conocido como CCME_WQI; Dinius (1987) Índice de calidad de agua ICA-DINUS; Leon (1988) Índice de calidad del agua ICA-León. Los Índices de calidad ambiental propuestos por los diferentes autores presente diferencias en cuanto a la cantidad de parámetros evaluados, variables y rangos de clasificación.

En la presente investigación se aplicó la metodología propuesta por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA, “Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a cuerpos de

aguas continentales, la cual presenta una mayor cantidad de parámetros a evaluar siendo un total de 16 parámetros de los cuales 05 son parámetros fisicoquímicos, 10 parámetros inorgánicos y 01 parámetro microbiológico. Abarcando una cantidad de parámetros considerables y adecuados según la calidad del agua de la cuenca Pucara. Debido a que los otros Índices de calidad de agua no consideran los parámetros inorgánicos como los metales pesados en su evaluación, al no considerar este parámetro se puede llegar a resultados erróneos, debido a que una de las principales fuentes de contaminación de la cuenca Pucara es la proveniente de vertimientos mineros. En cuanto a los rangos de clasificación el ICA – NSF y el ICA PE presentan 5 rangos con una calificación de excelente, bueno, regular, mala y muy mala, caso contrario de las metodologías de ICA-Dinus e ICA-León dependen del uso del agua. Asimismo, la metodología del ICA-PE propuesta por la Autoridad Nacional del Agua es la que se encuentra normada y los resultados pueden ser utilizados como una herramienta de gestión ambiental para el manejo de los recursos hídricos de la cuenca Pucara.

Finalmente, se discute el objetivo secundario medidas de manejo ambiental en la cuenca Pucara, las medidas propuestas se proponen en función a los resultados obtenidos previamente en los objetivos anteriores.

Las medidas de manejo ambiental de los recursos hídricos se encuentran alienados a la búsqueda de una gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca Pucara. La gestión integral del agua promueve el manejo y el aprovechamiento del recurso a fin de garantizar el bienestar social, económico y ambiental, es decir de una manera que no comprometa la sostenibilidad de los ecosistemas. (REMURPE, 2013)

En la literatura se pueden encontrar diferentes conceptos de las principales acciones de manejo ambiental como es la restauración, prevención, mitigación, y compensación. Las cuales en conjunto contemplan el manejo y gestión integral de los recursos hídricos.

Las propuestas de manejo ambiental en la presente investigación siguió las recomendaciones establecidas en REMURPE (2013). Así como también conceptos definidos por Moncada (2011) sobre la gobernanza del agua.

Capítulo V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Culminando con la presente investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

PRIMERA. Las principales actividades económicas que se desarrollan en la cuenca Pucara son la agricultura y ganadería, el mayor uso de suelos en la cuenca Pucara es dirigido a tierras aptas para cultivo de pastos de calidad baja agrícola condicionado por las limitantes climatológicas, erosión y drenaje. La cobertura vegetal predominante en la cuenca Pucara es el pajonal andino y la zona vida predominante es el páramo muy húmedo subtropical alpino. La actividad minera se sitúa en la cabecera de cuenca donde existen 29 concesiones mineras, estas concesiones mineras están distribuidas en los distritos de Ocuwiri y Llalli que pertenecen a las provincias de Lampa y Melgar, respectivamente.

SEGUNDA. En la cuenca Pucara se identificaron 05 vertimientos de aguas residuales municipales que tiene una descarga continua hacia los diferentes cuerpos hídricos receptores estos vertimientos presentan un pH básico que oscila entre 8.1 y 9.5 y un pH ácido que oscila entre 5- 6.9, se tiene la 02 vertimientos de origen industrial ubicados en la cabecera de cuenca (minero) y cuenca media (productos lácteos) , asimismo, se tiene la presencia de 01 botaderos municipales que se encuentra a no menos de 200 metros cerca a los cauces del río Santa Rosa que por condiciones climatológicas los residuos se depositan en el cauce del río.

TERCERA. De los índices de Calidad de agua evaluados según la metodología ICA – PE de la Autoridad Nacional del Agua aplicado a la red de monitoreo de la calidad del Agua en la cuenca Pucara establecidos por la ANA; presentan 03 puntos de monitoreo con calidad de agua MALA los cuales se encuentran ubicados en la Quebrada Luchusani, río Azufrini y la parte media del río Santa Rosa; 04 puntos de monitoreo con calidad de agua REGULAR los cuales se encuentran ubicados en los ríos Chacapalca y Llallimayo; 03 puntos de monitoreo con calidad de agua BUENA los cuales se encuentran ubicados en la parte alta y baja del río Santa Rosa, parte baja del río Ayaviri y Macarimayo finalmente se identificó 08 puntos de monitoreo con

calidad de agua EXCELENTE ubicados en la parte alta del río Ayaviri, río Pucara, río Chaquelle y parte alta del río Macarimayo.

CUARTA. Las principales propuestas de manejo ambiental en el ámbito de la cuenca Pucara son: Mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, reubicación de botaderos municipales, la implementación de tecnologías para la recuperación del cuerpo hídrico afectado (Humedales Artificiales, Planta Compactas de tratamiento de agua, Biorremediación o Fitorremediación) y elaboración de estudios hidro geoquímicos del agua

5.2. Recomendaciones

- Complementar el presente trabajo de investigación con la elaboración y/o propuesta de MRSE hídricos en la cuenca Pucara.
- Incrementar el número de parámetros a evaluar en los Índices de Calidad de agua, parámetros como turbiedad, DQO, nitratos, fosfatos.
- Complementar el presente trabajo de investigación con estudios de hidro geoquímica del suelo en la cabecera de cuenca, para determinar su influencia en la calidad del agua de los ríos ubicados en la parte alta.
- Ampliar la investigación de los índices de calidad de agua en la cuenca Pucara para la época de Avenida y Estiaje, realizando un contraste entre ellos.
- Realizar investigaciones que comparen las diferentes metodologías para el cálculo del índice de calidad de agua para aguas superficiales que existen en la literatura.
- A los gobiernos distritales, provinciales y departamentales, se recomienda garantizar la calidad del agua tratada en las lagunas facultativas o plantas de tratamiento de aguas residuales, realizar el mantenimiento en frecuencias adecuadas a la infraestructura hidráulica y disponer de profesionales y operarios adecuados que garanticen la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de origen domésticos.
- Respecto a los monitoreos de la calidad del agua realizados por la Autoridad Nacional del Agua, se recomienda incrementar la frecuencia de monitoreo en el ámbito de la cuenca Pucara, a fin de garantizar la data adecuada para elaboración de estudios técnicos que se encuentren orientados a resolver los conflictos

socioambientales originados por la calidad del agua de los principales ríos de la cuenca Pucara.

- Respecto a las autoridades en materia de fiscalización ambiental exhortar a las empresas mineras asumir sus compromisos ambientales en materia de recursos hídricos.
- A la Empresa Prestadora de Servicios de saneamiento Aguas del Altiplano SRL, se recomienda implementar la Retribución por Servicios Ecosistémicos del Río Ayaviri, debido a que el río es usado como fuente para la producción de agua Potable, la presente recomendación se encuentra enmarcada bajo el sustento legal de la Resolución de Consejo Directivo de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) que aprueba "Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos – MRSE Hídricos" y la normativa correspondiente a Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de efluentes a las redes de alcantarillado.

Referencias

- Alvarez, A., Panta, E. R., Reyes, F. G., José, J., Cabañero, A., Acosta, E. H., Ayala, C. R., Saenz, E. M., Salcedo, F. P., Nicolas, E. N., & Sosa, E. S. (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac , Hidalgo , México : Diagnóstico y Predicción. *Revista Internacional de Botanica Experimental*, 72–83.
- http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol75/Amado_Alvarez.pdf
- Amarilo S.A.S., Constructora S.A., Colpatria S.A., & Urbanza, N. plus ultra S. A. (2018). Capítulo 6. medidas de manejo ambiental. In *Componente Ambiental - Documento Técnico de Soporte* (Vol. 1, Issue 7).
- http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/7.estu_amb_cap_6.pdf
- ANA. (2008). *Delimitacion y codificacion de unidades hidrograficas del Peru*. Repositorio ANA.
- ANA. (2012a). *Resultados de monitoreo de la calidad del agua subcuenca Santa Rosa - Ayaviri - Pucara*. Informe Tecnico N° 24-2012-ANA-DGCRH/RGC.
- ANA. (2012b). Monitoreo de la calidad de agua superficial de los ríos Llallimayo, Santa Rosa, Ayaviri y Pucara. *Dirección de Gestión de La Calidad de Los Recursos Hídricos*, 44.
- ANA. (2013). *Resultados del monitoreo de la calidad de la subcuenca Santa Rosa - Ayaviri - Pucara*. Informe Tecnico N° 013-2013-ANA-DGCRH-VIG/RGC. 15–16.
- ANA. (2014). *Resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca Ayaviri - Pucará octubre-2014*. Informe Tecnico N° 049-2014-DGCRH-VIG.
- ANA. (2015). *Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial de la unidad*

- hidrográfica Ayaviri ubicado en ámbito de la Administración Local de agua Ramis de la AAA XIV Titicaca. Informe Técnico N°004-2016-ANA-AAA.SDGCRH.TIT. 17.*
- ANA. (2016). *Resultados del monitoreo de la calidad de auga superficial en la unidad hidrográfica Ayaviri. Informe Técnico N° 100-2016-ANA-AAA.SDGCRH.TIT. 17.*
- ANA. (2017). *Resultados del monitoreo de calidad de agua superficial en la unidad hidrográfica Pucara. Informe Técnico N° 126-2017-ANA-AAA-SDGCRH.TIT. 14.*
- ANA. (2018a). *Resultados del monitoreo de calidad de agua superficial en la unidad hidrográfica Pucara. Informe Técnico N° 087-2018-ANA-AAA.TIT-AT/HLH. 11.*
- ANA. (2018b). Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. In *Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales*. <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/2439>
- ANA. (2018c). Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA. In *El Peruano* (pp. 1–37).
- ANA. (2019). *Resultados del monitoreo de calidad de agua superficial en la unidad hidrográfica Pucara. Informe Técnico N° 057-2019-ANA-AAA.TIT-AT/RWAA. 1–2.*
- ANA. (2020). *Resultados del monitoreo de calidad de agua superficial en la unidad hidrográficaPucara. Informe Técnico N° 032-2020-ANA-AAA.TIT-AT/RWAA. 13–14.*
- Balmaseda, C., & Garcia, Y. (2014). Índice canadiense de calidad de las aguas para la cuenca del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 11–16.
- <https://www.researchgate.net/publication/267215501%0AÍndice>
- Bosch, J. R. (1999). La calidad de las aguas. In *Libro Blanco del agua en España* (p. 196).

https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan de Recuperación del Júcar/Cap.3_part2._Libro_blanco_del_agua.pdf

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). A-Water-Quality-Index-Do-we-dare-BROWN-R-M-1970.pdf. In *Data and Instrumentation for Water Quality Management* (pp. 339–343).

Campos, D. J. (2018). *Evaluación de la calidad del agua de la cuenca Llallimayo de la provincia de Melgar, Región de Puno* (Vol. 1, Issue 1) [Universidad Jose Carlos Mariategui].
<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110>
<https://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001>
<https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044>
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>

Carrillo, M., & Urgilés, P. (2016). *Determinación Del Índice De Calidad De Agua Ica-Nsf De Los Ríos Mazar Y Pindilig* [Universidad de Cuenca].
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>

COBCM. (2008). Descripción de indicadores. *Colegios oficiales de biólogos de madrid y castilla la mancha*. https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-pH_f.pdf

CONGRESO DE LA REPUBLICA. (2005). *LEY N° 28611 Ley General del Ambiente* (pp. 1–45).

Consejo de Europa. (1968). *La Carta Europea Del Agua (1968)*,. 1. http://tragua.com/wp-content/uploads/2012/04/Carta_Europea_del_Agua.pdf

Cordero, R., Franco, L., & Hernandez, R. (2005). Diagnostico de la calidad de agua en epoca seca en el canal principal del rio Jiboa y propuesta de mitigacion de fuentes

contaminates, en una zona critica [Universidad de el Salvador].

<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-063.pdf>

Curasi, Y. L. P. (2019). *Identificación y valoración de riesgo ambiental de la contaminación por aguas subterráneas acidas en el Rio Llallimayo - Distrito de Ocuvi* - Lampa [Universidad Nacional del Altiplano].

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13296/Puma_Curasi_Yelitza_Luisa.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Damia, B. L., & Alda, M. J. L. de. (2003). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. *Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales - CSIC (Barcelona)*, 4(2), 125–128.

<https://doi.org/10.1097/ICB.0b013e3181ad3957>

Danos, R. C. M. (2018). La contaminación del agua por efecto de las operaciones mineras y los conflictos sociales en la ciudad de Cajamarca [Universidad Inca Garcilaso de la Vega].

<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3404>

DIGESA. (2004). *Guía Técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. <http://sial.segat.gob.pe/documentos/guia-tecnica-clausura-conversion-botaderos-residuos-solidos-peru>

DIGESA. (2009). *Parametros Organolepticos*. In *Gesta Agua*.

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf

Dinius, S. H. (1987). DESIGN OF AN INDEX OF WATER QUALITY. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 23(5), 833–843.

<https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1987.tb02959.x>

- GEO GPS PERÚ. (2021a). *descarga-gratis-centros-poblados-censo* @ www.geogpsperu.com. <https://www.geogpsperu.com/2017/08/descarga-gratis-centros-poblados-censo.html>
- GEO GPS PERÚ. (2021b). *limite-distrital-politico-shapefile_28* @ www.geogpsperu.com. https://www.geogpsperu.com/2020/04/limite-distrital-politico-shapefile_28.html
- GEO GPS PERÚ. (2021c). *mapa-de-cobertura-vegetal-actualizado* @ www.geogpsperu.com. <https://www.geogpsperu.com/2016/06/mapa-de-cobertura-vegetal-actualizado.html>
- GEO GPS PERÚ. (2021d). *mapa-de-zonas-de-vida-onern-online* @ www.geogpsperu.com. <https://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-zonas-de-vida-onern-online.html>
- GEO GPS PERÚ. (2021e). *uso-actual-de-tierras-zee-minam* @ www.geogpsperu.com. <https://www.geogpsperu.com/2017/11/uso-actual-de-tierras-zee-minam.html>
- GEOCATMIN. (2021). *GEOIDEP*@ geocatmin.ingemmet.gob.pe. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Girbau Garcia, M. R. (2002). La contaminación del agua. In *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente* (pp. 1–5). <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
- Guevara, E. P. (2015). *Métodos Para El Análisis De Variables Hidrológicas Y Ambientales*. Autoridad Nacional del Agua. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3940>
- Gutierrez Huaman, N. (2013). *Delimitacion de la Cabecera de Cuenca del rio Piura* [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1857>

Huahuasoncco, E. (2018). *Identificación y valoración de impacto ambiental de la contaminación por aguas servidas en el río Ayaviri, Puno - octubre del 2018.*

[Univerisdad Nacional del Altiplano].

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8775>

Laqui, Y. (2019). Contaminación por tipo de usos de suelos y deterioro en la calidad de agua en la cuenca del Lago Titicaca [Universidad Nacional Agraria La Molina].

Leon, L. (1988). *Indice de calidad del agua (ICA), forma de estimarlos y aplicacion en la Cuenca Lerma-Chapala.* <https://docplayer.es/74209932-Indices-de-calidad-del-agua-ica-forma-de-estimarlos-y-aplicacion-en-la-cuenca-lerma-chapala.html>

Leon, M. C. (2014). “Diagnóstico de la calidad del agua de la microcuenca del río congüime y diseño de una propuesta de mitigación para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (ica brown) en la provincia de Zamora Chinchipe Cantón Paquisha” [Univerisdad Central del Ecuador].

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33645547325%7B&%7DpartnerID=40%7B&%7Dmd5=5c937a0c35f8be4ce16cb392381256da%0Ahttp://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/4/6%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.046%0Ahttp://dx.doi.org/10)

[33645547325%7B&%7DpartnerID=40%7B&%7Dmd5=5c937a0c35f8be4ce16cb392381256da%0Ahttp://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/4/6%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.046%0Ahttp://dx.doi.org/10](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33645547325%7B&%7DpartnerID=40%7B&%7Dmd5=5c937a0c35f8be4ce16cb392381256da%0Ahttp://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/4/6%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.046%0Ahttp://dx.doi.org/10)

Martínez Valdés, Y., & Villalejo García, V. M. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58–72.

MINAM. (2015). *Estandares de Calidad Ambiental.*

<http://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Datos-sobre-los-ECA-1.pdf>

MINAM. (2016). Aprende a Prevenir los Efectos de Mercurio Modulo 3: (Agua y

- Alimento). In E. Contreras, M. Alegre, & G. Merzthal (Eds.), *Ministerio del Ambiente* (Dirección, Vol. 3). <https://bit.ly/39CfIcz>
- MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). In *El Peruano*.
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Moncada, E. (2011). La gobernanza del agua. In *AGUA Y MAS - Revista de la Autoridad Nacional del Agua* (Vol. 4, Issue 1, pp. 65–96).
<https://doi.org/10.21500/20115733.1950>
- OEFA. (2014a). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- OEFA. (2014b). Fiscalización ambiental en residuos Sólidos de gestión municipal provincial. *Cumplimiento de Los Municipios Provinciales a Nivel Nacional*, 1–100.
https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926
- Paccara Zela, D. R. (2019). Contaminación Del Agua Por Las Actividades Minero Metalúrgicas. [Universidad Nacional del Altiplano], 1–22.
- PCM. (2014). Estado de la calidad Ambiental de la Cuenca del lago Titicaca ámbito Peruano. *Comisión Multisectorial Para La Prevención y Recuperación Ambiental Del Lago Titicaca y Sus Afluentes*, 162. <https://www.minam.gob.pe/puno/wp-content/uploads/sites/55/2014/02/ESTUDIO-DEL-ESTADO-DE-LA-CALIDAD-AMBIENTAL-CUENCA-DEL-TITICACA..pdf>
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17, 76. <https://doi.org/10.1021/ja00334a047>
- Ramallo, R. (2003). Tratamiento de aguas residuales. In *Bernardo-Servin-Massieu* (p. 257).

- Red de Municipalidades Urbanas y Rurales del Perú - REMURPE. (2013). Guía de la gestión integrada de los recursos hídricos para gobiernos locales. In *Biblioteca Nacional del Perú* (Vol. 53, Issue 9). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-gestion-integrada-recursos-hidricos-gobiernos-locales>
- Samboni Ruiz, Natalia Eugenia; Carvajal Escobar, Yesid; Escobar, J. C. (2007). Revisión de parametros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Chemische Berichte*, 124(10), 2245–2248. <https://doi.org/10.1002/cber.19911241016>
- SEMARNAT. (2013). *CUENCAS HIDROGRAFICAS. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestion*. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- SNIRH. (2021). *Sistema Nacional de Informacion de Recursos Hidricos*. <http://snirh.ana.gob.pe/snirh//ConsultarRegistros.aspx>
- Tunas, L. (2014). Índice canadiense de calidad de las aguas para la cuenca del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 11–16.
- UICN. (2009). *Gobernanza del Agua en Mesoamérica. Dimensión Ambiental* (Issue 63). <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-063.pdf>
- Universidad de los Andes. (2006). Los Sistemas de Información Geográfica. *Geoenseñanza*, 11(1), 107–116.
- Valencia, C. E. (2018). *Química del Hierro y Manganeso en el agua, Metodos de remocion*. 12. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/ti881.pdf>
- Velázquez, M. A., Pimentel, J. L., & Ortega, M. (2011). Estudio de la distribución de boro en fuentes de agua de la cuenca del río duero, México, utilizando análisis estadístico multivariado. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 27(1), 19–30.

ANEXOS

ANEXO 1: MAPA DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA CUENCA PUCARA

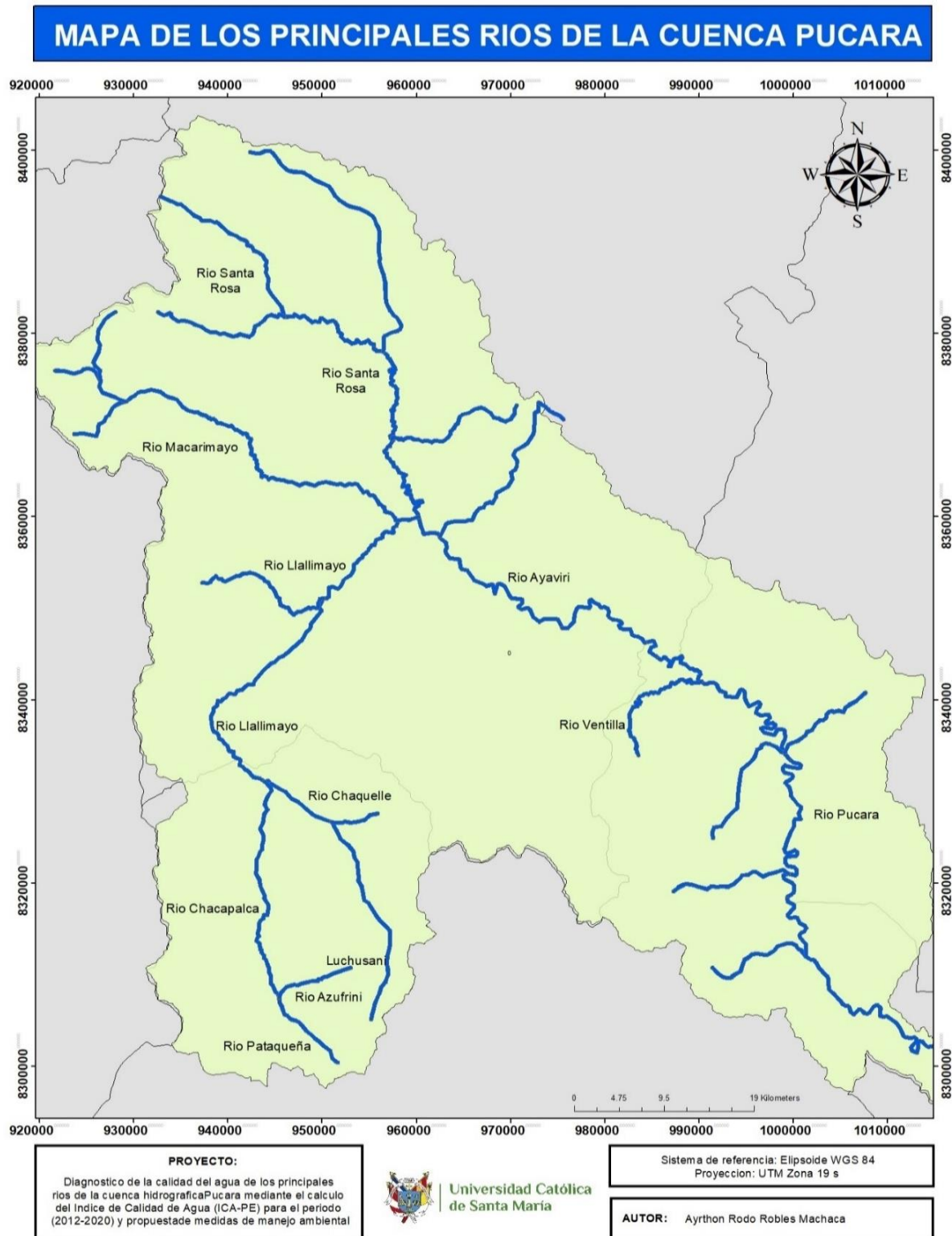


Fig. A.1: Mapa de los principales ríos de la cuenca Pucara

Nota: Elaboración Propia. La información Geo data Base fue extraída de observatorio de Agua de la Autoridad Nacional del Agua

**ANEXO 2: MAPA DE LA RED DE MONTIREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE
LA CUENCA PUCARA**

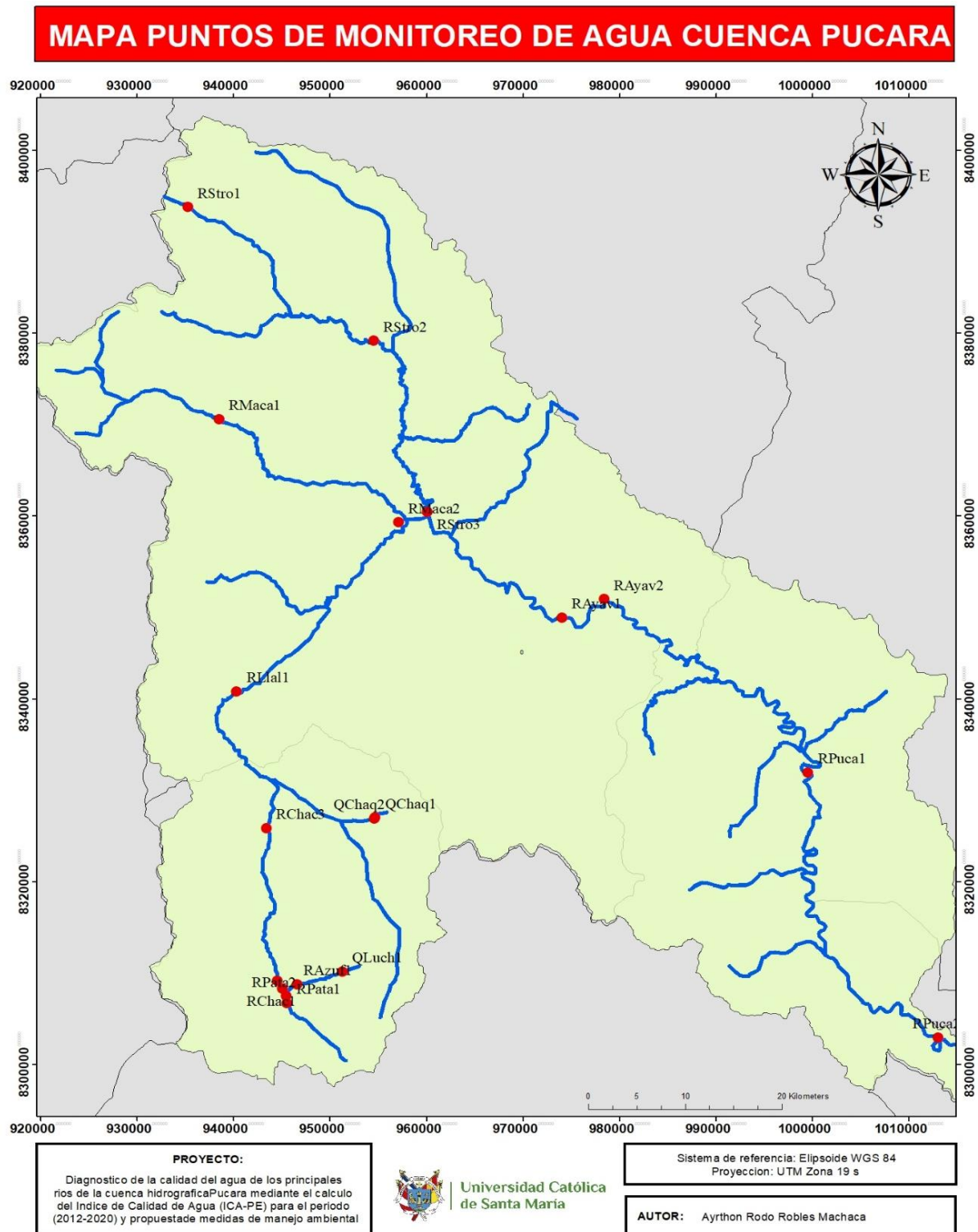


Fig. A.2: Mapa de los principales ríos de la cuenca Pucara

Nota: Elaboración Propia. La información Geo data Base fue extraída de observatorio de Agua de la Autoridad Nacional del Agua

ANEXO 3: USO MAYOR DE SUELOS EN LA CUENCA PUCARA

Tabla A. 1: Clase y descripción de usos mayor de suelos en la cuenca Pucara

N°	CLASE	DESCRIPCION
1	A2sc	Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica media, limitada por suelo y clima
2	A3sw	Tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrologica baja, limitada por suelo y drenaje
3	AU	Área Urbana
4	F2sec	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrologica media, limitada por suelo, erosión y clima
5	P2s	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica media, limitada por suelo
6	P2sc	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica media, limitada por suelo y clima
7	P2sc- Xsc	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica media, limitada por suelo y clima - Tierras de protección, limitada por suelo y clima
8	P2Sec	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica media, limitada por suelo, erosión y clima
9	P2Sec- Xsec	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica media, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras de protección, limitada por suelo, erosión y clima
10	P3se	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, limitada por suelo y erosión
11	P3sec	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, limitada por suelo, erosión y clima
12	P3sew	Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, limitada por suelo, erosión y drenaje
13	Xec	Tierras de protección, limitada por erosión y clima
14	Xs	Tierras de protección, limitada por suelo
15	Xsec	Tierras de protección, limitada por suelo, erosión y clima
16	Xsec- P3sec	Tierras de protección, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras aptas para pastos de calidad agrologica baja, limitada por suelo, erosión y clima

Nota: Elaboración Propia. Los datos informativos de la presente tabla fueron recopilados de la geodatabase de GEO GPS PERÚ, con el termino de uso mayor de suelos.

ANEXO 4: CONCESIONES MINERAS EN LA CUENCA PUCARA

**Tabla A. 2: Titular, ubicación y estado de las concesiones mineras de la cuenca
Pucara**

Nro.	CONCESION	DPTO	PROV	DIST	LEYENDA
1	Gladys vi	Puno	Lampa	Pucara	titulado
2	Condorani 4 2018	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
3	Don Bosco 2004	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
4	Aguila 2004 mvh	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
5	Mm61	Puno	Lampa	Pucara	titulado
6	Aguila 2002 mvh	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
7	Andres a2	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
8	Aguila 2001 mvh	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
9	Andean 14-07	Puno	Lampa	Palca / Paratia	titulado
10	Andean 13 07	Puno	Lampa	Ocuviri / palca	titulado
11	Andean 17-07	Puno	Lampa	Palca	titulado
12	Rocio 206	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
13	Marina uno 2007	Puno	Lampa	Palca	titulado
14	Marina cinco 2007	Puno	Lampa	Ocuviri / palca	titulado
15	Marina tres 2007	Puno	Lampa	Ocuviri / palca	titulado
16	Andean 07 10	Puno	Lampa	Palca	titulado

(Continuación)

17	Jessica	Puno	Lampa	Ocuviri	cierre
18	Acumulacion Andres	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
19	Aguilas 2019	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
20	Tesorito	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
21	Michimichi 2 2018	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
22	Parihuana 2 2018	Puno	Lampa	Palca	tramite
23	Parihuana 1 2018	Puno	Lampa	Ocuviri /	tramite
24	Aguila 2015	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
25	Calcesur lampa ii	Puno	Lampa	Lampa / Pucara	titulado
26	Luis 2 ocuviri	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
27	Michimichi uno	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
28	Quilca 101	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
29	Teresa de jesus	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
30	Aguila nueva 1-a	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
31	Aguila nueva 1	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
32	Michimichi dos	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
33	Gladys v	Puno	Lampa	Pucara	titulado
34	Rocio 106	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
35	Arasi	Puno	Lampa	Ocuviri	cierre
36	Marina cuatro 2007	Puno	Lampa	Palca / Paratia	titulado
37	La Espaolita	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado

(Continuación)

38	Don Bosco 2007 2	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
39	Michimichi tres	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
40	Andres 1	Puno	Lampa	Ocuviri / Santa Lucia	titulado
41	Calcesur lampa i	Puno	Lampa	Lampa / Pucara	titulado
42	Quilisane	Puno	Lampa	Ocuviri / Paratia	titulado
43	Condorani 5 2018	Puno	Lampa	Ocuviri	titulado
44	Condorani 3 2018	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
45	Parihuana 3 2018	Puno	Lampa	Palca / Vilavila	tramite
46	Michimichi 3 2018	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
47	Aguilas 2019 uno	Puno	Lampa	Ocuviri	tramite
48	Andres a1	Puno	Lampa	Ocuviri /	tramite
49	Polimetaguila	Puno	Lampa	Ocuviri	cierre

Nota: Elaboración Propia. Los datos informativos de la presente tabla fueron recopilados de la geodatabase del GEOCATMIN.

ANEXO 5: IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES

Tabla A. 3: Descripción, clasificación, ubicación y toma de parámetros de campo de vertimientos de aguas residuales municipales de la cuenca Pucara

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.	Afectado	Este	Norte
01	Aguas residuales del centro poblado Kunurana Alto	Municipal	Aguas Residuales	Puno	Melgar	Santa Rosa (Kunurana Alto)	Río Santa Rosa	296936	8391989



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente de la poza séptica del centro, la cual carece de mantenimiento alguno observando una infraestructura al borde del colapso, sus aguas se vierten de manera directa al río Santa Rosa, las aguas vertidas presentan un pH de 8.68 es decir un pH con características básicas; Solidos Totales Disueltos: 447 ppm; conductividad eléctrica igual a 676 uS/cm.

(Continuación)

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.	Afectado	Este	Norte
02	Aguas residuales de la municipalidad distrital de Santa Rosa	Municipal	Aguas Residuales	Puno	Melgar	Santa Rosa	Río Santa Rosa	303886	8382382



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de la municipalidad distrital de Santa Rosa la cual carece de operación y mantenimiento alguno observando una infraestructura al borde del colapso y en condiciones de abandono, sus aguas se vierten de manera directa al río Santa Rosa, las aguas vertidas presentan un pH de 8.46 es decir un pH con características básicas; Solidos Totales Disueltos : 404 ppm ; conductividad eléctrica igual a 698 uS/cm.

(Continuación)

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico Afectado	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.		Este	Norte
03	Aguas residuales de la municipalidad distrital de Llalí	Municipal	Aguas Residuales	Puno	Melgar	Llalí	Río Llallimayo	298649	8347211



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de la municipalidad distrital de Llalí la cual carece de operación y mantenimiento alguno observando una infraestructura al borde del colapso y en condiciones de abandono, sus aguas se vierten de manera directa al río Llallimayo, las aguas vertidas presentan un pH de 6.15 es decir un pH con características ácidas; Solidos Totales Disueltos : 2.68 ppt ; conductividad eléctrica igual a 2.35 mS/m.

(Continuación)

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.	Afectado	Este	Norte
04	Aguas residuales de la municipalidad distrital de Pucara	Municipal	Aguas Residuales	Puno	Lampa	Pucara	Río Pucara	354259	8336897



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente del sistema de conducción de desagüe de la municipalidad distrital de Pucara, la municipalidad de Pucara carece de una planta o lagunas de estabilización infraestructuras que sean destinadas al tratamiento de aguas residuales domésticas, sus aguas se vierten de manera directa al río Pucara, las aguas vertidas presentan un pH de 8.1 es decir un pH con características básicas; Solidos Totales Disueltos : 7.2 ppm ; conductividad eléctrica igual a 1095 uS/cm.

(Continuación)

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.	Afectado	Este	Norte
05	Aguas residuales de la municipalidad Distrital de Ayaviri	Municipal	Aguas Residuales	Puno	Melgar	Ayaviri	Río Ayaviri	330535	8352830



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales a cargo de la EPS Aguas del Altiplano S.R.L. la misma que carece de operación y mantenimiento, generando que la planta se encuentre en estado de abandono, sus aguas se vierten de manera directa al río Ayaviri, las aguas vertidas presentan un pH de 6.82 es decir un pH con características ácidas; Solidos Totales Disueltos: 1.15 ppt ; conductividad eléctrica igual a 1700 uS/cm.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A. 4: Descripción, clasificación, ubicación y toma de parámetros de campo de vertimientos de aguas residuales industriales de la cuenca Pucara

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico Afectado	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.		Este	Norte
06	Aguas residuales de productos lácteos	Industrial	Aguas Residuales	Puno	Melgar	Macari	Río Macarimayo	314064	8363955



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente de aguas residuales de productos lácteos ubicados en el centro poblado Chuquibambilla, las aguas vertidas presentan un pH de 7.73 es decir un pH con características neutras; Solidos Totales Disueltos: 945 ppm ; conductividad eléctrica igual a 1435 uS/cm.

(Continuación)

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.	Afectado	Este	Norte
07	Aguas residuales mineras	Minero	Aguas Residuales	Puno	Lampa	Ocuviri	Río Chacapalca	298538	8334488



OBSERVACIÓN: El vertimiento es proveniente de aguas residuales de origen minero en la cabecera de cuenca, cabe mencionar que la empresa minera ARUNTANI S.A.C. se encuentra en la etapa de cierre de mina u, las aguas vertidas presentan un pH de 6.79 es decir un pH con características ácidas; Solidos Totales Disueltos: 458 ppm ; conductividad eléctrica igual a 676 uS/cm.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A. 5: Descripción, clasificación y ubicación botaderos de residuos sólidos de gestión municipal de la cuenca Pucara

N°	Descripción	Clasificación		Ubicación			Recurso Hídrico	Georreferenciación UTM-WGS84	
		Origen	Naturaleza	Dpto.	Prov.	Dist.	Afectado	Este	Norte
08	Botadero de Residuos Sólidos de la Municipalidad Distrital de Santa Rosa	Antropogénico	Botadero de residuos solidos	Puno	Melgar	Santa Rosa	Río Santa Rosa	304720	8384806



OBSERVACIÓN: El Botadero de residuos sólidos a campo abierto se encuentra aproximadamente a unos 180 metros del río Santa Rosa, generando una afectación indirecta, debido a las condiciones climáticas (vientos, lluvias e insolación), ocasionan que los residuos lleguen al cauce del Río Santa Rosa.

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 6: CÁLCULOS

Tabla A. 6: Cálculo del valor de alcance (f1) para los puntos de monitoreo de la cuenca Pucara

$$f1 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Numero Total de parametros}} * 100$$

PUNTO DE MONITOREO	Numero de parámetros que no cumplen el ECA	Número Total de parámetros	ALCANCE F1
QLuch1	6	16	37.50
RAzuf1	5	16	31.25
RPata1	2	16	12.50
RPata2	2	16	12.50
RChac1	8	16	50.00
RChac2	8	16	50.00
RChac3	7	16	43.75
RLlal1	6	16	37.50
RStro1	3	16	18.75
RStro2	5	16	31.25
RStro3	4	16	25.00
RPuca1	2	16	12.50
RPuca2	2	16	12.50
RAyav1	2	16	12.50
RAyav2	6	16	37.50
RChaq1	2	16	12.50
RChaq2	1	16	6.25
RMaca1	1	16	6.25
RMaca2	3	16	18.75

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A. 7: Cálculo del valor de frecuencia (f2) para los puntos de monitoreo de la cuenca Pucara

$$f2 = \frac{\text{Numero de datos que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Numero Total de Datos evaluados}} * 100$$

PUNTO DE MONITOREO	Numero de Datos que no cumplen el ECA	Número Total de parámetros	FRECUENCIA F2
QLuch1	26	142	18.31
RAzuf1	42	142	29.58
RPata1	7	141	4.96
RPata2	9	130	6.92
RChac1	42	141	29.79
RChac2	34	138	24.64
RChac3	23	127	18.11
RLlal1	9	142	6.34
RStro1	5	142	3.52
RStro2	17	142	11.97
RStro3	12	142	8.45
RPuca1	10	142	7.04
RPuca2	12	142	8.45
RAyav1	6	142	4.23
RAyav2	18	142	12.68
RChaq1	4	142	2.82
RChaq2	3	142	2.11
RMaca1	1	79	1.27
RMaca2	4	142	2.82

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A. 8: Cálculo del valor de amplitud (f3) para los puntos de monitoreo de la cuenca Pucara

$$f3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

$$\text{nse} = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_i^n \text{Excedentes}}{\text{Total de datos}}$$

Caso 1: Cuando el valor de la concentración del parámetro supera el valor establecido en el ECA-Agua.

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parametro en el ECA Agua}} \right) - 1$$

Caso 2: Cuando el valor de la concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA-Agua

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor establecido del parametro en el ECA Agua}}{\text{Valor del parametro que no cumple el ECA Agua}} \right) - 1$$

Tabla A.8.1: Cálculo de Valores de amplitud F3 para la quebrada Luchusani durante los años 2012 – 2020 – Punto QLuch1

PUNTO MONITOREO : QLuch1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA									CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ECA CAT 3	UNIDAD																			
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L		3.9						3.516		0.026					0.138			
pH	6.5-8.5	unidad de pH	3.67	3.81	3.50	3.98	5.27	4.99	4.5			0.771	0.706	0.857	0.633	0.233	0.303	0.444		
Conductividad	2500	uS/cm																		
Aceites y Grasas	5	mg/L																		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																		
Aluminio	5	mg/L	310.85	24.785	18.53	10.83	26.10	42.75	42.90			61.17	3.957	2.706	1.166	4.22	7.55	7.58		
Arsenico	0.1	mg/L																		
Boro	1	mg/L																		
Cadmio	0.01	mg/L																		
Cobre	0.2	mg/L																		
Hierro	5	mg/L		6.64083	14.9								0.328	1.98						
Manganeso	0.2	mg/L	1.8492	4.38401	2.1411	2.572	1.409	3.455	2.928			8.246	20.920	9.706	11.860	6.045	16.275	13.640		
Mercurio	0.001	mg/L																		
Plomo	0.05	mg/L																		
Zinc	2	mg/L																		
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml = (d), =<88 (d)				2300000								2299						
			SUMATORIA DE EXCEDENTES									2480.460								
			TOTAL DE DATOS									142								
			SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES									17.47								
			F3									94.59								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.2: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Azufrini durante los años 2012 – 2020 – Punto QAzuf1

PUNTO DE MONITOREO : RAzuf1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA									CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ECA CAT 3		UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																		
pH	6.5-8.5	unidad de pH	3.53	4.71	3.69	3.32	3.88	2.96	4.12	2.63	3.18	0.8414	0.3800	0.7615	0.9578	0.6753	1.1959	0.5777	1.4715	1.0440
Conductividad	2500	uS/cm																		
Aceites y Grasas	5	mg/L																		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																		
Aluminio	5	mg/L	13.32	10.557	11.98	9.353	26.26	25.17	26.33	27.89	18.950	1.664	1.1114	1.396	0.8706	4.252	4.034	4.266	4.578	2.79
Arsenico	0.1	mg/L																		
Boro	1	mg/L																		
Cadmio	0.01	mg/L																		
Cobre	0.2	mg/L	1.027			0.316	0.506		0.43942	0.3936	0.2744	4.135			0.58	1.53		1.1971	0.968	0.372
Hierro	5	mg/L	19.911		6.718	12.11	36.63	36.63	33.43	34.92	26.45	2.9822		0.3436	1.422	6.326	6.326	5.686	5.984	4.29
Manganeso	0.2	mg/L	0.4338	0.73678	0.6230	0.639	0.682	0.5763	0.6094	0.6305	0.5652	1.169	2.6839	2.115	2.195	2.41	1.8815	2.047	2.1525	1.826
Mercurio	0.001	mg/L																		
Plomo	0.05	mg/L																		
Zinc	2	mg/L																		
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d). =< 88 (d)				2300000									2299					
SUMATORIA DE EXCEDENTES												2392.489								
TOTAL DE DATOS												142								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES												16.85								
F3												94.40								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.3: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pataqueña durante los años 2012 – 2020 – Punto RPata1

PUNTO DE MONITOREO : RPata1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA									CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ECA CAT 3		UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																		
pH	6.5-8.5	unidad de pH																		
Conductividad	2500	uS/cm																		
Aceites y Grasas	5	mg/L																		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																		
Aluminio	5	mg/L																		
Arsenico	0.1	mg/L		0.12145					0.17092	0.1789			0.2145					0.7092	0.789	
Boro	1	mg/L		1.69939		1.037			1.662	1.522			0.69939		0.037			0.662	0.522	
Cadmio	0.01	mg/L																		
Cobre	0.2	mg/L																		
Hierro	5	mg/L																		
Manganeso	0.2	mg/L																		
Mercurio	0.001	mg/L																		
Plomo	0.05	mg/L																		
Zinc	2	mg/L																		
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d). =<88 (d)																		
			SUMATORIA DE EXCEDENTES									3.633								
			TOTAL DE DATOS									141								
			SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES									0.03								
			F3									2.51								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.4: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pataqueña durante los años 2012 – 2020 – Punto RPata2

PUNTO DE MONITOREO : RPata2			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3	UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH																	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L		0.14922				0.15336	0.15245	0.1677			0.4922			0.5336	0.5245	0.677	
Boro	1	mg/L		2.00899		1.001		1.627	1.654	1.814			1.00899		0.001	0.627	0.654	0.814	
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L																	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)																	
SUMATORIA DE EXCEDENTES											5.332								
TOTAL DE DATOS											130								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.04								
F3											3.94								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.5: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chacapalca durante los años 2012 – 2020 – Punto RChac1

PUNTO DE MONITOREO : RChac1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA									CALCULO DE EXCEDENTES									
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
ECA CAT 3		UNIDAD																			
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																		0.03626943	
pH	6.5-8.5	unidad de pH	4.9		5.22	5.2	5.46	5.17	5.57	4.744	4.56	0.32653061		0.24521073	0.25	0.19047619	0.25725338	0.16696589	0.37015177	0.4254386	
Conductividad	2500	uS/cm																			
Aceites y Grasas	5	mg/L																			
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																			
Aluminio	5	mg/L	5.13	6.3566	6.66	8.938		19.41	19.66	16.26	9.866	0.026	0.27132	0.332	0.7876		2.882	2.932	2.252	0.9732	
Arsenico	0.1	mg/L																			
Boro	1	mg/L		1.01839					1.011				0.01839					0.011			
Cadmio	0.01	mg/L						0.01343	0.01951	0.01002							0.343	0.951	0.002		
Cobre	0.2	mg/L	0.222			0.214		0.7753	2.323	1.705	0.6138	0.11			0.07		2.8765	10.615	7.525	2.069	
Hierro	5	mg/L				5.090		17.81	26.64	20.94	12.52				0.018		2.562	4.328	3.188	1.504	
Manganeso	0.2	mg/L	0.2835	0.73156	0.5938	0.582	0.250	1.041	0.6801	0.6109	0.3698	0.4175	2.6578	1.969	1.91	0.25	4.205	2.4005	2.0545	0.849	
Mercurio	0.001	mg/L																			
Plomo	0.05	mg/L																			
Zinc	2	mg/L																			
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)																			
SUMATORIA DE EXCEDENTES												65.629									
TOTAL DE DATOS												141									
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES												0.47									
F3												31.76									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.6: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chacapalca durante los años 2012 – 2020 – Punto RChac2

PUNTO DE MONITOREO : RChac2			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES									
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ECA CAT 3	UNIDAD																			
Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L							3.682									0.08636611		
pH	6.5-8.5	unidad de pH				5.47	5.23	5.35	5.46	3.959	4.92			0.18829982	0.24282983	0.21495327	0.19047619	0.64182874	0.32113821	
Conductividad	2500	uS/cm																		
Aceites y Grasas	5	mg/L																		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																		
Aluminio	5	mg/L						19.53	16.02	16.36	6.540					2.906	2.204	2.272	0.308	
Arsenico	0.1	mg/L																		
Boro	1	mg/L		1.03789									0.03789							
Cadmio	0.01	mg/L						0.01330	0.01861	0.01047						0.33	0.861	0.047		
Cobre	0.2	mg/L	0.219			0.203		0.7796	2.352	1.723	0.4065	0.095			0.015		2.898	10.76	7.615	1.0325
Hierro	5	mg/L						18.11	24.31	21.18	8.742					2.622	3.862	3.236	0.7484	
Manganeso	0.2	mg/L	0.5281	0.81348	1.3705	0.929	0.518	1.025	1.133	0.9133	0.3620	1.6405	3.0674	5.8525	3.645	1.59	4.125	4.665	3.5665	0.81
Mercurio	0.001	mg/L																		
Plomo	0.05	mg/L																		
Zinc	2	mg/L																		
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =< 88 (d)																		
SUMATORIA DE EXCEDENTES										72.698										
TOTAL DE DATOS										138										
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES										0.53										
F3										34.50										

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.7: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chacapalca durante los años 2012 – 2020 – Punto RChac3

PUNTO DE MONITOREO : RChac3			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3		UNIDAD																	
Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH					6.37		5.874	4.25					0.02040816		0.10657133	0.52941176	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L							7.008	9.772							0.4016	0.9544	
Arsenico	0.1	mg/L		0.123			0.10869	0.12112	0.1616			0.23		0.0869	0.2112	0.616			
Boro	1	mg/L		1.319			2.122	1.328				0.319		1.122	0.328				
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L						0.6446	1.326	0.3542						2.223	5.63	0.771	
Hierro	5	mg/L						5.583	9.625	20.43						0.1166	0.925	3.086	
Manganeso	0.2	mg/L				0.295	0.35532	0.46085	0.5939	0.3795				0.475	0.7766	1.30425	1.9695	0.8975	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)																	
SUMATORIA DE EXCEDENTES											23.100								
TOTAL DE DATOS											127								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.18								
F3											15.39								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.8: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Llallimayo durante los años 2012 – 2020 – Punto RLlal1

PUNTO DE MONITOREO : RLlal1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES												
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
ECA CAT 3		UNIDAD																					
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																					
pH	6.5-8.5	unidad de pH		6.2			5.63							5.09		0.0483871			0.15452931				0.27701375
Conductividad	2500	uS/cm																					
Aceites y Grasas	5	mg/L																					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																					
Aluminio	5	mg/L												7.753									0.551
Arsenico	0.1	mg/L																					
Boro	1	mg/L							1.148										0.148				
Cadmio	0.01	mg/L																					
Cobre	0.2	mg/L												0.2169									0.0845
Hierro	5	mg/L												16.81									2.362
Manganeso	0.2	mg/L								7.780				0.2624							37.9		0.312
Mercurio	0.001	mg/L																					
Plomo	0.05	mg/L																					
Zinc	2	mg/L																					
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)																					
SUMATORIA DE EXCEDENTES														41.837									
TOTAL DE DATOS														142									
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES														0.29									
F3														22.76									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.9: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Santa Rosa durante los años 2012 – 2020 – Punto RStro1

PUNTO DE MONITOREO : RStro1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3		UNIDAD																	
Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L		2.93									0.36518771						
pH	6.5-8.5	unidad de pH																	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L																	
Boro	1	mg/L																	
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L				0.279		0.38007	10.66				0.395		0.90035	52.3			
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L		0.0742									0.484						
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d). =< 88 (d)																	
SUMATORIA DE EXCEDENTES											54.445								
TOTAL DE DATOS											142								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.38								
F3											27.71								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.11: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Santa Rosa durante los años 2012 – 2020 – Punto RStro3

PUNTO DE MONITOREO : RStro3			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3		UNIDAD																	
Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH		5.6										0.16071429					
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L																	
Boro	1	mg/L	1.59	5.31729	4.079	1.054	1.035	4.634	4.4722	3.814		0.59	4.31729	3.079	0.054	0.035	3.634	3.4722	2.814
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L				0.299				0.2019				0.495				0.0095	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)									1700								0.7
SUMATORIA DE EXCEDENTES											19.361								
TOTAL DE DATOS											142								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.14								
F3											12.00								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.12: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pucara durante los años 2012 – 2020 – Punto RPuca1

PUNTO DE MONITOREO : RPuca1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3	UNIDAD																		
Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.8		8.85		8.86	8.882				0.03529412		0.04117647			0.04235294	0.04494118	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L																	
Boro	1	mg/L	1.94396	1.165	1.495		1.964	1.607	2.369			0.94396	0.165	0.495		0.964	0.607	1.369	
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L																	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d). =< 88 (d)																	
SUMATORIA DE EXCEDENTES											4.708								
TOTAL DE DATOS											142								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.03								
F3											3.21								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.13: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Pucara durante los años 2012 – 2020 – Punto RPuca2

PUNTO DE MONITOREO : RPuca2			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA									CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ECA CAT 3		UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																		
pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.54	8.69	8.66	8.51		8.87	8.813		0.00470588	0.02235294	0.01882353	0.00117647			0.04352941	0.03682353		
Conductividad	2500	uS/cm																		
Aceites y Grasas	5	mg/L																		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																		
Aluminio	5	mg/L																		
Arsenico	0.1	mg/L																		
Boro	1	mg/L		1.68426	1.265	1.581		1.580	1.353	1.375			0.68426	0.265	0.581		0.58	0.353	0.375	
Cadmio	0.01	mg/L																		
Cobre	0.2	mg/L																		
Hierro	5	mg/L																		
Manganeso	0.2	mg/L																		
Mercurio	0.001	mg/L																		
Plomo	0.05	mg/L																		
Zinc	2	mg/L																		
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml = (d). =< 88 (d)																		
SUMATORIA DE EXCEDENTES											2.966									
TOTAL DE DATOS											142									
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.02									
F3											2.05									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.14: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Ayaviri durante los años 2012 – 2020 – Punto RAYav1

PUNTO DE MONITOREO : RAYav1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES									
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ECA CAT 1 A2		UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥5	mg/L																		
pH	5.5-9.0	unidad de pH																		
Conductividad	2500	uS/cm																		
Aceites y Grasas	1.7	mg/L																		
Demanda Bioquímica de Oxigeno	5	mg/L																		
Aluminio	5	mg/L																		
Arsenico	0.01	mg/L		0.01232					0.01814	0.01710	0.0153	0.0150		0.232			0.814	0.71	0.53	0.5
Boro	2.4	mg/L																		
Cadmio	0.005	mg/L																		
Cobre	2	mg/L																		
Hierro	1	mg/L										12.95								11.95
Manganeso	0.4	mg/L																		
Mercurio	0.002	mg/L																		
Plomo	0.05	mg/L																		
Zinc	5	mg/L																		
Coliformes Termotolerantes	2000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)																		
SUMATORIA DE EXCEDENTES											14.736									
TOTAL DE DATOS											142									
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.10									
F3											9.40									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.15: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Ayaviri durante los años 2012 – 2020 – Punto RAYav2

PUNTO DE MONITOREO : RAYav2			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3		UNIDAD																	
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH							8.92	8.815							0.04941176	0.03705882	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L				0.168		0.19111	0.11002	0.1227				0.68		0.9111	0.1002	0.227	
Boro	1	mg/L		2.18966	1.967	3.21	1.054	2.534	2.12	1.875			1.18966	0.967	2.21	0.054	1.534	1.12	0.875
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	1.164
Manganeso	0.2	mg/L		0.20823				0.32922					0.04115			0.6461			0.1205
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)																	4.4
			SUMATORIA DE EXCEDENTES								16.326								
			TOTAL DE DATOS								142								
			SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES								0.11								
			F3								10.31								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.17: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chaquelle durante los años 2012 – 2020 – Punto RChaq2

PUNTO DE MONITOREO : RChaq2			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3	UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH		5.58		6.43			6.4				0.16487455		0.01088647			0.015625	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L																	
Boro	1	mg/L																	
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L																	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d). =< 88 (d)																	
SUMATORIA DE EXCEDENTES											0.191								
TOTAL DE DATOS											142								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.00								
F3											0.13								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.18: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Macarimayo durante los años 2012 – 2020 – Punto RMaca1

PUNTO DE MONITOREO : RMaca1			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3		UNIDAD																	
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L																	
pH	6.5-8.5	unidad de pH																	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxigeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L																	
Boro	1	mg/L																	
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L																	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)					4500								3.5				
SUMATORIA DE EXCEDENTES													3.500						
TOTAL DE DATOS													79						
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES													0.04						
F3													4.24						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.8.19: Cálculo de Valores de amplitud F3 para el río Chaquelle durante los años 2012 – 2020 – Punto RMaca2

PUNTO DE MONITOREO : RMaca2			VALORES QUE INCUMPLEN EL ECA								CALCULO DE EXCEDENTES								
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ECA CAT 3	UNIDAD																		
Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L		3.72								0.07526882							
pH	6.5-8.5	unidad de pH		5.52					8.775			0.17753623						0.03235294	
Conductividad	2500	uS/cm																	
Aceites y Grasas	5	mg/L																	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L																	
Aluminio	5	mg/L																	
Arsenico	0.1	mg/L																	
Boro	1	mg/L																	
Cadmio	0.01	mg/L																	
Cobre	0.2	mg/L																	
Hierro	5	mg/L																	
Manganeso	0.2	mg/L																	
Mercurio	0.001	mg/L																	
Plomo	0.05	mg/L																	
Zinc	2	mg/L																	
Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =<(d), =<88 (d)								1100									0.1
SUMATORIA DE EXCEDENTES											0.385								
TOTAL DE DATOS											142								
SUMATORIA NORMALIZADA DE EXDENTES											0.00								
F3											0.27								

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 7: PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Tabla A.9: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en la Quebrada Luchusani 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				QLuch1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.03	3.9	5.33	S/D	4.8	8.63	4.49	3.516	5.51
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	3.67	3.81	3.50	3.98	5.27	4.99	4.5	7.011	6.53
	Conductividad	2500	uS/cm	1309	S/D	1286.23	584.9	482	817.4	821.2	15.9	230.4
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	S/D	<1	0.9	<1	<1	<1	<0.1
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<10	8	<3	2.9	<2	<2	4	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	310.85	24.785	18.53	10.83	26.10	42.75	42.90	0.089	0.080
	Arsenico	0.1	mg/L	0.012	<0.001	<0.001	<0.007	<0.007	0.00091	0.00093	0.005	<0.0001
	Boro	1	mg/L	<0.03	0.00996	0.005	0.018	0.024	<0.002	<0.002	0.19	0.006
	Cadmio	0.01	mg/L	0.003	0.00107	0.0022	0.001	<0.00018	0.00179	0.00168	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.12195	0.0585	0.046	0.021	0.08561	0.13416	0.0047	0.0004
	Hierro	5	mg/L	1.611	6.64083	14.9	3.415	1.675	2.641	1.775	0.986	0.052
	Manganeso	0.2	mg/L	1.8492	4.38401	2.1411	2.572	1.409	3.455	2.928	0.1417	0.0044
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	0.0206	0.01288	0.004	<0.001	<0.001	<0.0002	0.0008	0.0006	<0.0002
Zinc	2	mg/L	1.06	0.48637	0.277	0.288	0.308	0.5781	0.5626	<0.008	<0.008	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	<1.8	<1.8	2	2300000	1.79	<1.8	<1.8	<1.8	330
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			26								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			6								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			141								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.10: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Azufrini 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RAzuf1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	4.84	6.3	4.66	S/D	5.14	8.63	4.64	4.074	5.33
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	3.53	4.71	3.69	3.32	3.88	2.96	4.12	2.63	3.18
	Conductividad	2500	uS/cm	432	S/D	452.38	519	617	696.2	711.4	681.6	526.20
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	0.9	<1	<1.0	<1.0	<0.10
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	13.32	10.557	11.98	9.353	26.26	25.17	26.33	27.89	18.950
	Arsenico	0.1	mg/L	0.023	0.02265	<0.001	<0.007	<0.007	0.01831	0.02035	0.023	0.0252
	Boro	1	mg/L	0.11	0.46406	0.163	0.163	0.0985	0.116	0.13	0.151	0.056
	Cadmio	0.01	mg/L	0.0034	0.00218	0.0022	0.004	0.000968	0.00535	0.00562	0.00489	0.00167
	Cobre	0.2	mg/L	1.027	0.19285	0.200	0.316	0.506	0.00535	0.43942	0.3936	0.2744
	Hierro	5	mg/L	19.911	3.97363	6.718	12.11	36.63	36.63	33.43	34.92	26.45
	Manganeso	0.2	mg/L	0.4338	0.73678	0.6230	0.639	0.682	0.5763	0.6094	0.6305	0.5652
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	0.0044	0.017187	0.0049	<0.001	<0.001	0.0031	0.0024	0.0023	0.0026
Zinc	2	mg/L	0.464	0.28931	0.273	0.322	0.394	0.4877	0.4734	0.506	0.273	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	<1.8	<1.8	<1.8	2300000	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			42								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			5								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.11: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Pataqueña 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RPata1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5	7.04	5.23	S/D	5.3	9.1	4.87	4.85	5.78
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.42	6.83	7.50	7.54	7.06	8.2	7.35	7.05	8.48
	Conductividad	2500	uS/cm	335	S/D	300	335	1395	299	1257	456.05	98.98
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	S/D	<1	<1	<1	<1	<1	<0.10
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	4.6	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.14	0.03181	0.07	0.029	0.084	0.017	0.025	0.029	0.114
	Arsenico	0.1	mg/L	0.042	0.12145	0.06	0.090	<0.007	0.01203	0.17092	0.1789	0.0111
	Boro	1	mg/L	0.4	1.69939	0.669	1.037	0.072	0.368	1.662	1.522	0.092
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.00215	0.0022	<0.002	<0.002	0.00111	0.00075	0.0017	0.0011
	Hierro	5	mg/L	0.242	0.08987	0.309	0.148	0.309	0.1503	0.1064	0.172	0.201
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0139	0.01564	0.0125	0.012	0.02	0.01018	0.01341	0.0167	0.0158
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.020447	0.0022	0.002	<0.001	0.0005	0.0015	0.0016	0.0008
	Zinc	2	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	0.036	0.010	<0.0100	0.0163	<0.008	<0.008
MICROBIOL OGICOS Y PARASITOL OGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	<1.8	2	11	7.8	4.5	1.7	<1.8	<1.8	2
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA ■			7								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			2								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			141								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RPata2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.36	6.25	6.1	S/D	5.7	9.06	4.6	4.506	5.53
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.37	7.06	6.89	8.58	7.39	8.3	8.46	7.972	8.00
	Conductividad	2500	uS/cm	326	S/D	315	517	383	1478	1346	1357	254.50
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	S/D	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	S/D	4.4	<2	<3	<2	<2	<2	<2	2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	S/D	0.0126	0.07	0.038	0.071	0.012	0.02	0.049	0.135
	Arsenico	0.1	mg/L	S/D	0.14922	0.072	0.078	<0.007	0.15336	0.15245	0.1677	0.0246
	Boro	1	mg/L	S/D	2.00899	0.769	1.001	0.376	1.627	1.654	1.814	0.175
	Cadmio	0.01	mg/L	S/D	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	S/D	0.00156	0.0039	<0.002	<0.002	0.00058	0.00092	0.0024	0.0012
	Hierro	5	mg/L	S/D	0.17939	0.284	0.237	0.246	0.0627	0.0762	0.227	0.231
	Manganeso	0.2	mg/L	S/D	0.12266	0.0269	0.018	0.02	0.01523	0.01248	0.0219	0.0239
	Mercurio	0.001	mg/L	S/D	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	S/D	0.012367	0.0023	<0.001	<0.001	0.0009	0.0011	0.0026	0.0014
Zinc	2	mg/L	S/D	<0.003	0.008	0.016	0.013	<0.0100	0.0147	0.043	0.010	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	S/D	2	13	11	110	2.2	4.5	<1.8	240
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			9								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			2								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			130								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.12: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Chacapalca 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RChac1									
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
PARAMETROS A EVALUAR	ECA CAT 3	UNIDAD											
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	4	5.26	4.77	S/D	5.5	8.38	4.91	3.86	5.26	
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	4.9	6.96	5.22	5.2	5.46	5.17	5.57	4.744	4.56	
	Conductividad	2500	uS/cm	306	S/D	330.69	850	538	909.3	950.1	1178	403.10	
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	S/D	<1	<1	<1	<1	<1	<0.10	
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<9	<2	<2	<3	2	3	<2	<2	<2	
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	5.13	6.3566	6.66	8.938	3.991	19.41	19.66	16.26	9.866	
	Arsenico	0.1	mg/L	0.037	0.04944	0.034	0.032	0.016	0.08775	0.08907	0.0738	0.0237	
	Boro	1	mg/L	0.3	1.01839	0.513	0.516	0.138	0.833	1.011	0.767	0.13	
	Cadmio	0.01	mg/L	0.0009	0.00077	0.0012	0.004	0.00057	0.01343	0.01951	0.01002	0.00309	
	Cobre	0.2	mg/L	0.222	0.10914	0.1110	0.214	0.081	0.7753	2.323	1.705	0.6138	
	Hierro	5	mg/L	4.315	2.35983	2.981	5.090	4.917	17.81	26.64	20.94	12.52	
	Manganeso	0.2	mg/L	0.2835	0.73156	0.5938	0.582	0.250	1.041	0.6801	0.6109	0.3698	
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005	
	Plomo	0.05	mg/L	0.0012	0.020687	0.0038	0.002	<0.001	0.0041	0.0018	0.0015	0.0013	
Zinc	2	mg/L	0.118	0.17207	0.15	0.216	0.106	0.3354	0.3869	0.333	0.169		
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			42									
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			8									
	Numero total de parametros a evaluar			16									
	Numero total de datos			141									

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RChac2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.8	6.07	5.88	S/D	5.8	8.07	4.35	3.682	5.08
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	6.76	7.13	7.21	5.47	5.23	5.35	5.46	3.959	4.92
	Conductividad	2500	uS/cm	333	S/D	321.52	627	453	866.6	966.2	1224	373.6
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	S/D	3.82	S/D	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	S/D	<2	<2	<3	2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	4.13	0.25184	0.68	2.928	2.953	19.53	16.02	16.36	6.540
	Arsenico	0.1	mg/L	0.028	0.00176	0.002	0.022	<0.007	0.08787	0.05739	0.0755	0.0243
	Boro	1	mg/L	0.34	1.03789	0.643	0.933	0.183	0.929	0.879	0.938	0.161
	Cadmio	0.01	mg/L	0.0008	<0.0004	0.0005	0.004	0.00054	0.01330	0.01861	0.01047	0.00202
	Cobre	0.2	mg/L	0.219	0.033215	0.0399	0.203	0.106	0.7796	2.352	1.723	0.4065
	Hierro	5	mg/L	4.798	0.19042	0.500	2.622	3.174	18.11	24.31	21.18	8.742
	Manganeso	0.2	mg/L	0.5281	0.81348	1.3705	0.929	0.518	1.025	1.133	0.9133	0.3620
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.005	0.012847	0.0019	<0.001	<0.001	0.004	0.0014	0.0018	0.0018
	Zinc	2	mg/L	0.123	0.125335	0.179	0.221	0.133	0.3351	0.3992	0.341	0.117
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	S/D	2	4.5	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1.8	<1.8
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			34								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			8								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			138								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RChac3								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.59	S/D	6.45	S/D	5.35	8.71	4.69	5.78	5.17
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.12	S/D	7.94	7.42	7.35	6.37	6.83	5.874	4.25
	Conductividad	2500	uS/cm	276	S/D	338	373.6	1206	849	745.3	882.6	380.60
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	S/D	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	S/D	<2	3	<2	3	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.68	S/D	0.11	0.556	1.338	1.323	3.65	7.008	9.772
	Arsenico	0.1	mg/L	0.04	S/D	0.123	0.057	0.033	0.10869	0.12112	0.1616	0.0296
	Boro	1	mg/L	0.48	S/D	1.319	0.721	0.408	2.122	1.328	0.995	0.173
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	S/D	<0.0004	<0.001	0.00034	0.00336	0.00585	0.00816	0.00153
	Cobre	0.2	mg/L	0.036	S/D	0.0062	0.043	0.056	0.12807	0.6446	1.326	0.3542
	Hierro	5	mg/L	0.833	S/D	0.172	0.860	1.671	2.17	5.583	9.625	20.43
	Manganeso	0.2	mg/L	0.1512	S/D	0.1059	0.174	0.295	0.35532	0.46085	0.5939	0.3795
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	S/D	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	S/D	0.0023	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	0.0015	0.0012
Zinc	2	mg/L	0.027	S/D	0.017	0.052	0.064	0.0948	0.1482	0.244	0.184	
MICROBIOLOGI COS Y PARASITOLOGI COS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	4.5	S/D	6.8	4.5	4.5	<1.8	<1.8	<1.8	130
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			23								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			7								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			127								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.13: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Llallimayo 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RLlal1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L	5.35	4.43	5.22	S/D	6.78	11.2	5.41	5.535	5.29
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.8	6.2	8.00	7.09	5.63	8.18	7.735	7.884	5.09
	Conductividad	2500	uS/cm	294.9	S/D	260.52	412.9	2019	675.8	745.3	668.14	302.40
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<9	<2	<2	<3	<2	3	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.11	<0.01	0.07	0.089	0.845	0.164	0.55	1.069	7.753
	Arsenico	0.1	mg/L	0.018	0.05452	0.049	0.017	0.011	0.02486	0.02805	0.0317	0.0163
	Boro	1	mg/L	0.27	0.74046	0.687	0.526	0.279	1.148	0.775	0.793	0.113
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	0.00041	0.00112	0.00189	0.00100
	Cobre	0.2	mg/L	0.007	0.0034	0.0048	0.010	0.029	0.0251	0.10218	0.1750	0.2169
	Hierro	5	mg/L	0.221	0.03183	0.119	0.104	0.861	0.307	0.9882	1.361	16.81
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0303	0.01393	0.0337	0.019	0.107	0.02697	7.780	0.1995	0.2624
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.00576	0.0011	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	0.0007	0.0009
Zinc	2	mg/L	0.007	<0.003	0.012	0.025	0.037	0.0128	0.0346	0.044	0.138	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	11	<1.8	4.5	70	<1.8	<1.8	2	11	<1.8
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			9								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			6								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.14: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Santa Rosa 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RStro1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	6.02	2.93	6.53	S/D	6.27	7.42	5.05	4.586	5.43
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.46	7.93	7.55	7.57	7.83	6.97	8.47	7.936	7.24
	Conductividad	2500	uS/cm	148.5	S/D	130.80	255	250.3	213	206.5	145.8	131.70
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L	<6	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.13	0.04	0.25	0.015	0.578	0.032	0.021	0.078	0.173
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	0.02	<0.001	<0.007	<0.007	0.00337	0.00171	0.0012	0.0007
	Boro	1	mg/L	<0.03	0.019	0.063	0.047	0.040	0.035	0.160	0.11	0.015
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.0012	0.0005	<0.002	<0.002	0.00080	<0.00003	0.0006	0.0007
	Hierro	5	mg/L	0.741	0.077	2.404	1.529	2.413	2.969	1.463	1.957	1.032
	Manganeso	0.2	mg/L	0.1039	0.0292	0.1939	0.279	0.118	0.38007	10.66	0.1425	0.1437
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.0742	0.0018	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0007
Zinc	2	mg/L	<0.003	0.152	0.013	0.022	0.048	<0.0100	<0.0100	0.013	<0.008	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	14	110	790	33	460	1.1	7.8	2	<1.8
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			5								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			3								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RStro2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.8	3.24	6.35	S/D	5.63	9.64	6.71	5.602	5.66
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.44	7.47	7.11	7.34	7.4	7.21	7.79	7.691	7.26
	Conductividad	2500	uS/cm	317	S/D	295.20	512.5	1324	697.6	713	628.3	250.40
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.08	0.005794	0.58	0.008	2.389	<0.002	0.013	0.028	0.549
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	<0.001	0.03	<0.007	<0.007	0.00145	0.00112	0.0016	0.0021
	Boro	1	mg/L	0.29	2.18606	0.381	0.429	0.106	1.667	1.663	1.392	0.145
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	0.0014	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.00079	0.0046	<0.002	<0.002	<0.00003	0.00042	0.0011	0.0025
	Hierro	5	mg/L	1.07	1.2247	10.418	0.564	2.176	0.8388	0.9431	1.27	2.431
	Manganeso	0.2	mg/L	0.1205	0.44149	0.6560	0.243	0.227	0.31651	0.24906	0.2553	0.0989
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.01382	0.0061	<0.001	<0.001	0.0005	<0.0002	0.0003	0.0022
	Zinc	2	mg/L	<0.003	<0.003	0.021	0.010	0.069	<0.0100	<0.0100	0.011	0.014
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	140	2400000	110000	230000	23000	7	79	240	170
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			17								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			5								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RStro3								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxígeno Disuelto	≥4	mg/L	6.64	4.38	7.23	S/D	5.38	9.28	5.45	5.558	5.17
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.77	5.6	7.50	7.5	7.72	7.63	8.22	8.225	7.49
	Conductividad	2500	uS/cm	721	S/D	680.36	1599	624.3	1880	1644	1787	433.60
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L	<6	<2	<2	<3	<2	2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.19	0.01083	0.02	0.031	0.168	<0.002	0.041	<0.003	0.845
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	<0.001	<0.001	0.009	<0.007	0.00272	0.00196	0.0021	0.0024
	Boro	1	mg/L	1.59	5.31729	4.079	1.054	1.035	4.634	4.4722	3.814	0.52
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.00053	0.0036	<0.002	<0.002	0.001115	<0.00003	<0.0003	0.0028
	Hierro	5	mg/L	0.863	0.14357	0.205	0.481	0.9501	0.1670	0.2342	0.204	2.650
	Manganeso	0.2	mg/L	0.1393	0.11672	0.1468	0.299	0.095	0.16134	0.15524	0.2019	0.0819
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.007587	<0.0004	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0021
Zinc	2	mg/L	0.005	<0.003	0.009	0.033	0.056	<0.0100	<0.0100	0.020	0.013	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	79	7.8	14	130	330	2.2	4.5	22	1700
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			12								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			4								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.15: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Pucara 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RPuca1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	6.15	5.96	6	S/D	5.97	8.1	8.61	6.761	5
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.48	8.8	8.11	8.85	8.35	8.2	8.86	8.882	7.78
	Conductividad	2500	uS/cm	584	S/D	570.56	885	586.5	926.3	899.3	932.4	399.20
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	6	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.15	0.02172	1	0.039	0.113	0.013	0.03	0.022	1.556
	Arsenico	0.1	mg/L	0.02	0.04548	0.028	0.048	0.015	0.07463	0.05966	0.0691	0.0155
	Boro	1	mg/L	0.76	1.94396	1.165	1.495	0.719	1.964	1.607	2.369	0.343
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	<0.004	0.0038	0.0099	<0.002	0.00096	0.00163	0.0020	0.0206
	Hierro	5	mg/L	0.296	0.04153	2.444	0.09	0.230	0.0646	0.0891	0.066	3.207
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0151	0.04158	0.1269	0.074	0.018	0.02468	0.03084	0.0226	0.074
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.00001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.00596	0.0031	<0.0001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0027
	Zinc	2	mg/L	<0.003	<0.003	0.009	0.069	0.024	<0.0100	0.0112	<0.008	0.019
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	17	7.8	22	2	23	4.5	<1.8	70	490
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			10								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			2								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RPuca2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	8.87	5.1	8.9	S/D	5.56	7.61	4.4	4.95	4.92
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.54	8.69	8.66	8.51	8.44	8.2	8.87	8.813	7.87
	Conductividad	2500	uS/cm	569	S/D	590.3	677.1	590.2	869.6	837.6	872.8	390.80
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	<3	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.17	0.0324	0.04	0.019	0.062	0.016	0.06	0.013	1.850
	Arsenico	0.1	mg/L	0.018	0.0324	0.027	0.038	0.019	0.04227	0.04152	0.0453	0.0162
	Boro	1	mg/L	0.75	1.68426	1.265	1.581	0.838	1.580	1.353	1.375	0.312
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	<0.004	<0.0004	<0.002	<0.002	0.00096	0.00160	0.0016	0.0196
	Hierro	5	mg/L	0.269	0.0529	0.089	0.054	0.064	0.0806	0.1416	0.051	3.78
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0104	0.03375	0.0443	0.034	0.011	0.02745	0.04337	0.0517	0.0806
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.01756	<0.0004	<0.001	0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.003
	Zinc	2	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	0.019	0.024	<0.0100	<0.0100	<0.008	0.019
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	<1.8	2	14	<1.8	20	2	23	2	130
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			12								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			2								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.16: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Ayaviri 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RAYav1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR	ECA CAT 1 A2	UNIDAD										
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥5	mg/L	5.73	5.8	5.8	S/D	6.87	6.82	8.69	8.58	5.14
	pH	5.5-9.0	unidad de pH	8.13	8.33	7.98	8.2	8.41	8.4	8.61	8.904	7.37
	Conductividad	2500	uS/cm	536	S/D	520.23	889.9	564.2	742.9	816.9	880.6	367.90
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	1.7	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	5	mg/L	<6	<2	<2	<3	<2	2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.15	0.0127	0.05	0.031	0.119	0.035	0.033	0.043	5.875
	Arsenico	0.01	mg/L	0.008	0.01232	0.007	0.009	<0.007	0.01814	0.01710	0.0153	0.0150
	Boro	2.4	mg/L	0.55	1.34126	0.853	1.054	0.479	0.900	1.063	0.982	0.211
	Cadmio	0.005	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	0.00035
	Cobre	2	mg/L	<0.003	<0.0004	<0.0004	<0.002	<0.002	0.00053	0.00190	0.0021	0.0576
	Hierro	1	mg/L	0.323	0.079215	0.136	0.122	0.340	0.1975	0.2153	0.154	12.95
	Manganeso	0.4	mg/L	0.0412	0.11083	0.0744	0.090	0.0965	0.19285	0.05695	0.0447	0.2988
	Mercurio	0.002	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.00903	0.0015	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0076
Zinc	5	mg/L	0.006	<0.003	<0.003	0.02	0.014	<0.0100	<0.0100	<0.008	0.059	
MICROBIOLOGIC OS Y PARASITOLOGIC OS	Coliformes Termotolerantes	2000	NMP/100 ml =< (d), =< 88 (d)	4.5	790	13	49	79	1.7	23	22	1300
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			6								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			2								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RAyav2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.68	4.4	5.5	S/D	10.22	10.56	11.8	9.89	5.01
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.97	8.17	7.50	7.9	8.2	7.96	8.92	8.815	7.38
	Conductividad	2500	uS/cm	584	S/D	602.30	1174	521.3	1148	992.5	980.2	402.50
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	<3	<2	50	<2	2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.2	0.04468	0.09	0.024	0.061	0.024	0.015	0.027	4.910
	Arsenico	0.1	mg/L	0.025	0.0573	0.082	0.168	0.029	0.19111	0.11002	0.1227	0.0192
	Boro	1	mg/L	0.85	2.18966	1.967	3.21	1.054	2.534	2.12	1.875	0.293
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	<0.0004	0.0016	<0.002	<0.002	0.00193	0.00187	0.0028	0.0577
	Hierro	5	mg/L	0.367	0.16974	0.254	0.141	0.142	0.2472	0.1050	0.191	10.82
	Manganeso	0.2	mg/L	0.049	0.20823	0.137	0.110	0.081	0.32922	0.04140	0.1402	0.2241
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	0.0011	0.01052	<0.0004	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0057
Zinc	2	mg/L	0.014	<0.003	0.007	0.053	0.025	<0.0100	<0.0100	<0.008	0.049	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	700	14	220	230	490	1.1	23	14	5400
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			18								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			6								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.17: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Chaquelle 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RChaq1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.34	3.39	5.3	S/D	5.52	8.17	5.3	5.243	5.71
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.44	5.78	6.99	6.29	7.82	6.29	7.9	6.799	7.18
	Conductividad	2500	uS/cm	140	S/D	135	333.3	10.02	349.1	334.5	311	138.80
FISCO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	mg/L	<6	<2	<2	<3	2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	2.15	2.973	1.6	2.622	1.088	1.817	2.064	2.2	0.814
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	<0.001	<0.001	<0.007	<0.007	<0.00003	<0.00003	<0.0001	0.0004
	Boro	1	mg/L	<0.03	0.02233	0.011	0.028	0.024	0.006	0.017	0.047	0.018
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.00188	0.0017	<0.002	<0.002	0.00074	0.00059	0.0012	0.001
	Hierro	5	mg/L	0.961	0.47546	0.367	0.366	0.518	0.3476	0.4516	0.576	0.504
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0588	0.12598	0.0672	0.103	0.056	0.09431	0.09724	0.1184	0.0542
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.013417	0.0012	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Zinc	2	mg/L	0.008	0.02524	0.012	0.022	0.025	0.0181	0.0307	0.026	0.010	
MICROBIOLOGI COS Y PARASITOLOGI COS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	<1.8	<1.8	<1.8	4.5	70	1.1	<1.8	<1.8	<1.8
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			4								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			2								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RChaq2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.24	4.15	5.66	S/D	5.71	9.55	5.3	5.039	5.98
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	7.46	5.58	7.52	6.43	7.89	6.57	6.4	6.999	7.30
	Conductividad	2500	uS/cm	218	S/D	205.15	358	328.4	358.4	436.6	319.6	143.60
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	2.02	2.7797	1.57	1.817	1.072	1.957	1.98	1.933	0.860
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	<0.001	<0.001	<0.007	<0.007	<0.00003	<0.00003	<0.0001	0.0004
	Boro	1	mg/L	<0.03	0.0938	0.034	0.132	0.05	0.008	0.023	0.078	0.014
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	0.00122	0.00071	<0.00001	0.00247	0.02163
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.002	0.0024	<0.002	<0.002	0.00080	0.00066	0.0014	0.0023
	Hierro	5	mg/L	0.855	0.48403	0.411	0.498	0.500	0.3699	0.4330	0.574	0.555
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0677	0.13109	0.0681	0.094	0.057	0.09133	0.09646	0.1194	0.0655
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.14107	0.00009	<0.001	<0.001	0.0006	<0.0002	0.0034	0.0093
Zinc	2	mg/L	0.007	0.04423	0.018	0.047	0.021	0.0230	0.0392	0.061	0.224	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d), =< 88 (d)	<1.8	<1.8	2	2	11	<1.8	<1.8	<1.8	2
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			3								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			1								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.18: Data histórica de los resultados de monitoreo de la calidad del agua en el río Macarimayo 2012-2020

PUNTOS DE MONITOREO				RMaca1								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	6.16	5.71	S/D	S/D	4.28	S/D	S/D	7.436	5.45
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.45	8.38	S/D	S/D	8.28	S/D	S/D	8.36	7.85
	Conductividad	2500	uS/cm	683	S/D	S/D	S/D	236.5	S/D	S/D	962.2	484.30
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	S/D	S/D	0.9	S/D	S/D	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	S/D	S/D	4	S/D	S/D	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.08	<0.01	S/D	S/D	0.169	S/D	S/D	0.026	0.069
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	<0.001	S/D	S/D	0.0068	S/D	S/D	0.0014	0.0011
	Boro	1	mg/L	0.12	0.100285	S/D	S/D	0.05	S/D	S/D	0.105	0.077
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	S/D	S/D	0.00017	S/D	S/D	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.00044	S/D	S/D	0.0019	S/D	S/D	0.0007	0.0008
	Hierro	5	mg/L	0.063	0.019055	S/D	S/D	0.106	S/D	S/D	0.053	0.095
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0099	0.01849	S/D	S/D	0.007	S/D	S/D	0.0104	0.018
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	S/D	S/D	0.00009	S/D	S/D	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.006227	S/D	S/D	0.0009	S/D	S/D	0.0003	<0.0002
Zinc	2	mg/L	0.011	<0.003	S/D	S/D	0.075	S/D	S/D	<0.008	<0.008	
MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	7.8	7.8	S/D	S/D	4500	S/D	S/D	2	33
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			1								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			1								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			79								

(Continuación)

PUNTOS DE MONITOREO				RMaca2								
MONITOREOS PARTICIPATIVOS				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PARAMETROS A EVALUAR		ECA CAT 3	UNIDAD									
DE CAMPO	Oxigeno Disuelto	≥4	mg/L	5.76	3.72	5.90	S/D	5.1	9.97	4.91	7.369	5.01
	pH	6.5-8.5	unidad de pH	8.12	5.52	8.00	7.44	8.5	7.83	8.2	8.775	7.77
	Conductividad	2500	uS/cm	407	S/D	358.23	654.3	781.2	855	918.8	933.1	585.20
FISICO QUIMICOS	Aceites y Grasas	5	mg/L	<1.7	<1	<1	<1	0.9	<1	<1	<1	<0.100
	Demanda Bioquimica de Oxigeno	15	mg/L	<6	<2	<2	3	2.9	<2	<2	<2	<2
INORGANICOS	Aluminio	5	mg/L	0.17	<0.01	0.06	0.010	0.091	0.012	0.010	0.027	0.782
	Arsenico	0.1	mg/L	<0.003	<0.001	<0.001	<0.007	0.0069	0.00132	0.00115	0.0065	0.0027
	Boro	1	mg/L	0.05	0.09456	0.113	0.110	0.077	0.074	0.085	0.093	0.072
	Cadmio	0.01	mg/L	<0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.001	0.00017	<0.00001	<0.00001	<0.00010	<0.00010
	Cobre	0.2	mg/L	<0.003	0.00048	0.0018	<0.002	0.0019	0.00031	<0.00003	0.0006	0.0028
	Hierro	5	mg/L	0.194	0.04569	0.077	0.020	0.092	0.0435	0.0485	0.216	0.839
	Manganeso	0.2	mg/L	0.0354	0.0353	0.0323	0.021	0.025	0.03607	0.04213	0.0430	0.1025
	Mercurio	0.001	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.00009	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005
	Plomo	0.05	mg/L	<0.001	0.007897	0.0016	<0.001	0.0009	<0.0002	<0.0002	0.0004	0.0007
Zinc	2	mg/L	0.006	<0.003	0.005	0.006	0.022	<0.0100	<0.0100	<0.008	<0.008	
MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGICOS	Coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml =< (d). =< 88 (d)	70	6.8	230	70	440	4.9	130	49	1100
DATOS	Numero de Datos de los parametros que NO cumplen el ECA			4								
	Numero de Parametros que NO cumplen el ECA			3								
	Numero total de parametros a evaluar			16								
	Numero total de datos			142								

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8: INFORMES DE MONITOREO

RESULTADOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CUENCA PUCARA			
N°	PERÍODO DEL MONITOREO	N° Informe Técnico	Informe de Ensayo
	Año		
1	2012	Informe Técnico N°24-2012-ANA-DGCRH/RGC	Laboratorio: SGS MA1208259, MA1208260, MA1208261, MA1208578, MA1208321, MA1208323, MA1208400, MA1208404, MA1208407, MA1208470, MA1208473 y MA1208474
2	2013	Informe Técnico N°013-2013-ANA-DGCRH/RGC	Laboratorio: Servicios Analíticos Generales SAC 072901-2013
3	2014	Informe Técnico N°049-2014-ANA-DGCRH-VIG	Laboratorio: Servicios Analíticos Generales SAC 084508-2014, 085041-2014, 085042-2014
4	2015	Informe Técnico N°004-2015-ANA-SDGCRH.TIT	Laboratorio: NSF Envirolab J-00186117, J-00185497, J-00185493, J-00185500, J-00185598, J-00185601, J-00185599, J-00185512, J-00185518
5	2016	Informe Técnico N°100-2016- ANA-SDGCRH.TIT	Laboratorio: NSF Envirolab J-00212774, J-00212775, J-00212773, J-00212777, J-00212779, J-00212780, J-00212781, J-00212782, J-00212783
6	2017	Informe Técnico N°126-2017- ANA-SDGCRH.TIT	Laboratorio: ALS 36157/2017, 36156/2017, 36154/2017, 36560/2017, 36559/2017, 36561/2017, 36821/2017, 36819/2017, 36815/2017, 36559/2017, 37013/2017
7	2018	Informe Técnico N°018-2018- ANA-SDGCRH.TIT	Laboratorio: ALS 51103/2018, 51107/2018, 51109/2018, 51105/2018, 51409/2018, 51411/2018, 51406/2018, 51533/2018, 51408/2018, 51410/2018
8	2019	Informe Técnico N°029-2019- ANA-AAA.TIT-AT/HLH	Laboratorio: ALS 14014/2019, 13587/2019, 13770/2019, 13773/2019, 13774/2019, 13586/2019, 13576/2019, 14396/2019.
9	2020	Informe Técnico N°120-2020- ANA-AAA.TIT-AT/RWA	Laboratorio: ALS 51751/2020, 51752/2020, 51470/2020, 50810/2020, 50811/2020

Tabla A.19: Resultados de monitoreo de agua para el año 2012 en la cuenca Pucara

INFORME DE MONITOREO DE LA CUENCA SANTA ROSA-AYAVIRI-PUCARÁ

CUADRO N°04
RESULTADOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO RAMIS (CUERPO DE AGUA PRINCIPAL)

Parámetro	Unidad	ECA-Cal.3	RSro 1	RSro 2	RSro 3	RAYav 1	RAYav 2	RPuca 1	RPuca 2
PARAMETROS FISICOS Y MICROBIOLOGICOS									
pH	-	6.5-8.5	7.46	7.44	7.77	8.13	7.97	8.48	8.54
Temperatura (T)	°C	—	6.4	6.3	12.1	13.9	15.3	10.9	11.0
Oxígeno disuelto (O ₂)	mg/L	>=4	6.02	5.8	6.64	5.73	5.60	6.15	6.07
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	—	3	4	4	3	9	5	4
Conductividad (Cond.)	µS/cm	2000	148.5	317	721	535	584	584	569
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1000	14	140	79	4.5	700	17	<1.8
PARAMETROS QUIMICOS									
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O ₂	15	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Demanda Química de Oxígeno	mg/L O ₂	40	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
Aceites y grasas	mg/L	1	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7
Fenoles	mg/L	0.001							
Detergentes (SAAM)	mg/L	1							
Nitrógeno amoniacal (N-NH ₄ ⁺)	mg/L	—	0.048	0.045	0.058	0.048	0.114	0.021	0.016
Nitratos (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	10	0.894	0.068	0.411	0.407	0.461	0.289	0.395
Nitrógeno total (N tot)	mg/L	—	4.5	4.3	4.7	4.5	5.4	4.2	4.3
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	mg/L	1	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038
Fósforo total (P tot)	mg/L	—	0.038	0.016	0.014	0.039	0.055	0.034	0.037
Cianuro WAD	mg/L	0.1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cianuro libre	mg/L	—							
Sulfuros (S ²⁻)	mg/L	0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Sulfuros de Hidrógeno (H ₂ S)	mg/L	—							
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300							
Calcio total (Ca tot)	mg/L	200	15.068	43.645	126.061	80.612	86.511	55.087	55.393
Magnesio total (Mg tot)	mg/L	150	11.377	12.336	20.953	11.131	11.346	11.628	11.227
Potasio total (K tot)	mg/L	—	0.8	1.7	3.5	2.8	2.9	2.6	2.5
Sodio total (Na tot)	mg/L	200	4.67	20.47	77.78	53.71	65.99	63.01	49.31
Aluminio total (Al tot)	mg/L	5	0.13	0.08	0.19	0.15	0.2	0.15	0.17
Antimonio total (Sb tot)	mg/L	—	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Arsénico total (As tot)	mg/L	0.05	<0.003	<0.003	<0.003	0.009	0.025	0.02	0.018
Bario total (Ba tot)	mg/L	0.7	0.099	0.062	0.093	0.057	0.066	0.056	0.06
Berilio total (Be tot)	mg/L	0.1	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Boro total (B tot)	mg/L	5	<0.03	0.29	1.59	0.55	0.85	0.76	0.75
Cadmio total (Cd tot)	mg/L	0.005	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Cobalto total (Co tot)	mg/L	0.05	0.00024	0.00054	0.00053	0.00025	0.00024	<0.00022	<0.00022
Cobre total (Cu tot)	mg/L	0.2	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Cromo Hexavalente (Cr ⁶⁺)	mg/L	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cromo total (Cr tot)	mg/L	—	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Estroncio (Sr tot)	mg/L	—	0.033	0.2898	0.9028	0.8676	0.8236	0.8868	0.8413
Hierro total (Fe tot)	mg/L	1	0.741	1.07	0.869	0.323	0.367	0.296	0.269
Litio total (Li tot)	mg/L	2.5	0.0037	0.0787	0.3397	0.1111	0.1334	0.1215	0.1097
Manganeso total (Mn tot)	mg/L	0.2	0.1039	0.1205	0.1393	0.0412	0.049	0.0151	0.0104
Mercurio total (Hg tot)	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Níquel total (Ni tot)	mg/L	0.2	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Plata total (Ag tot)	mg/L	0.05	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Plomo total (Pb tot)	mg/L	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0011	<0.001	<0.001
Selenio total (Se tot)	mg/L	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Uranio total (U tot)	mg/L	—	<0.00012	0.00023	0.00042	0.00034	0.00035	0.00039	0.00044
Vanadio total (V tot)	mg/L	—	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Zinc total (Zn tot)	mg/L	2	<0.003	<0.003	0.005	0.006	0.014	<0.003	<0.003



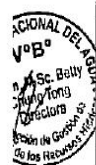
[Handwritten signature]

(Continuación)

INFORME DE MONITOREO DE LA CUENCA SANTA ROSA-AYAVIRI-PUCARÁ

CUADRO N° 05: RESULTADOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN LOS RÍOS TRIBUTARIOS DEL RÍO RAMIS

Table with 15 columns: Parámetro, Unidad, ECA-Cat.3, Quich, RAZuf 1, Rpata, RPata 2, RChac 1, RChac 2, RChaq 1, RChaq 2, RChac 3, Maca 1, RMacca 2, Rlal. Rows include parameters like pH, Temperatura (T), Oxígeno disuelto (O2), Sólidos Suspendedos Totales (SST), Conductividad (Cond.), Coliformes termotolerantes, and various chemical elements (Demanda Bioquímica de Oxígeno, etc.).



(Continuación)

INFORME DE MONITOREO DE LA CUENCA SANTA ROSA-AYAVIRI-PUCARÁ

CUADRO N°06:
RESULTADOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN LA QUEBRADA HUACOTO Y RIO
ANTAUTA

Parámetro	Unidad	ECA-Gal.3	QHnac 1	QHnac 2	RAnta 1	RAnta 2	RAnta 3
PARAMETROS FISICOS Y MICROBIOLOGICOS							
pH	-	6.5-8.4	8.2	8.56	8.59	8.15	8.08
Temperatura (T)	°C	—	10	8.56	12.9	15.5	15.7
Oxígeno disuelto (O ₂)	mg/L	>=4	5.54	5.61	6.8	5.27	5.08
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	—	<3	<3	<3	<3	<3
Conductividad (Cond.)	µS/cm	2000	659	519	171.6	375	340
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1000	4.5	33	2	17	16000
PARAMETROS QUIMICOS							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O ₂	15	<6	<6	<6	<6	<6
Demanda Química de Oxígeno	mg/L O ₂	40	<9	<9	<9	<9	<9
Aceites y grasas	mg/L	1	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7	<1.7
Nitrógeno amoniacal (N-NH ₄ ⁺)	mg/L	—	<0.01	<0.01	<0.01	0.412	0.83
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	10	1.096	0.396	0.768	1.987	1.953
Nitrógeno total (N tot)	mg/L	—	3.1	3.2	4.3	6.2	7.1
Fosfatos (PO ₄ ⁻²)	mg/L	1	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038
Fósforo total (P tot)	mg/L	—	<0.012	0.014	<0.012	<0.012	0.128
Cianuro WAD	mg/L	0.1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cianuro libre	mg/L	—					
Sulfuros (S ⁻²)	mg/L	0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Sulfuros de Hidrógeno (H ₂ S)	mg/L	—					
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg/L	300					
Calcio total (Ca tot)	mg/L	200	134.271	83.279	25.053	69.461	52.089
Magnesio total (Mg tot)	mg/L	150	35.077	37.733	10.622	8.529	10.624
Potasio total (K tot)	mg/L	—	2.7	2.3	1.6	5.2	4
Sodio total (Na tot)	mg/L	200	7.09	10.34	2.55	12.58	12.8
Aluminio total (Al tot)	mg/L	5	<0.06	<0.06	<0.06	0.27	0.11
Antimonio total (Sb tot)	mg/L	—	<0.0025	0.0198	<0.0025	0.0027	<0.0025
Arsénico total (As tot)	mg/L	0.05	0.004	0.012	<0.003	0.005	<0.003
Bario total (Ba tot)	mg/L	0.7	0.132	0.156	0.065	0.056	0.083
Berilio total (Be tot)	mg/L	0.1	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Boro total (B tot)	mg/L	5	0.1	0.05	0.05	0.32	0.22
Cadmio total (Cd tot)	mg/L	0.005	<0.0006	0.001	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Cobalto total (Co tot)	mg/L	0.05	<0.00022	<0.00022	<0.00022	0.00034	<0.00022
Cobre total (Cu tot)	mg/L	0.2	<0.003	<0.003	<0.003	0.006	<0.003
Cromo Hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cromo total (Cr tot)	mg/L	—	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Estroncio (Sr tot)	mg/L	—	0.7838	0.4936	0.0699	0.1843	0.1413
Hierro total (Fe tot)	mg/L	1	<0.003	0.031	<0.003	0.264	0.009
Litio total (Li tot)	mg/L	2.5	0.0069	0.005	0.0172	0.0874	0.0587
Manganeso total (Mn tot)	mg/L	0.2	<0.0019	0.0336	<0.0019	0.0618	0.0218
Mercurio total (Hg tot)	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Niquel total (Ni tot)	mg/L	0.2	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Plata total (Ag tot)	mg/L	0.05	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plomo total (Pb tot)	mg/L	0.05	<0.001	0.1619	<0.001	0.001	<0.001
Selenio total (Se tot)	mg/L	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Uranio total (U tot)	mg/L	—	0.00037	0.00047	0.00037	0.00032	0.00025
Vanadio total (V tot)	mg/L	—	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Zinc total (Zn tot)	mg/L	2	<0.003	0.023	<0.003	0.015	0.004

Fuente: ANA (2012a).

Tabla A.21: Resultados de monitoreo de agua para el año 2014 en la cuenca Pucara

Informe Técnico N° 049-2014-ANA-DCGRH-IG

Cuadro N° 03: Resultados del análisis de agua en el río principal y tributarios de la cuenca Ayaviri-Pucará

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO:		E.C.A.-Agua: Categoría 3 "Riego de vegetales y bebidas de animales"	22/10/2014	22/10/2014	21/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	21/10/2014	21/10/2014	21/10/2014	21/10/2014	21/10/2014	22/10/2014	22/10/2014	22/10/2014	22/10/2014	23/10/2014	23/10/2014
Código del punto de monitoreo	Unidad		RSTRO1	RSTRO2	RSTRO3	RPATAY	RPATAZ	QLOCH1	RAZUF1	RCHAC1	RCHAC2	RCHAC3	RCHAC4	RCHAC5	RLAL1	RMAC1	RMAC2	RAYAV1	RAYAV2	RPUCA1	RPUCA2	QHUAC1	QHUAC2
PARÁMETROS FÍSICOS																							
Óxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	> 4 (riego)	6.53	6.35	7.23	5.23	6.10	5.33	4.66	4.77	5.88	6.45	5.30	5.66	5.22		5.90	5.80	5.50	6.00	8.90	5.66	5.50
pH	Unidad de pH	6.5-8.5 (riego)	7.55	7.11	7.50	7.33	6.89	3.30	3.69	5.22	7.21	7.94	6.99	7.52	8.00		8.00	7.98	7.50	8.11	8.66	7.59	8.68
Conductividad	µS/cm	2000	130.80	295.20	680.36	300.00	315.00	1266.23	452.38	330.69	321.52	338.00	135.00	205.15	260.52		358.23	520.23	602.30	570.56	500.46	600.12	623.10
Temperatura	°Celsius	-	6.50	7.80	12.10	11.00	13.20	8.00	11.80	12.00	9.10	10.30	10.60	11.20	11.00		13.00	14.20	16.30	11.30	11.90	8.60	9.10
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00		<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	40	14	22	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00		<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	-	21.45	143.8	<3.00							4.84	8.03	7.46	5.34		<3.00	10.86	7.17	123.3	<3.00	17.09	13.81
PARAMETROS INORGÁNICOS																							
Bario	mg/L	0.7 (riego)	0.047	0.131	0.104	0.037	0.043	0.029	0.041	0.043	0.047	0.041	0.024	0.026	0.04		0.046	0.065	0.072	0.075	0.117	0.12	0.096
Berilio	mg/L	0.1 (bebida)	<0.0002	0.0004	0.0008	<0.0002	0.0009	0.0008	0.0013	0.0007	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002		<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bicarbonatos	mg/L	370 (riego)	55.41	60.55	226.62	67.02	65.69	<1.00	<1.00	4.76	9.14	40.17	14.47	14.47	43.22		101.97	131.58	158.99	126.1	117.33	86.68	99.78
Calcio	mg/L	200 (riego)	12.72	25.67	133.73	38.04	43.44	49.86	22.52	37.54	48.44	33.85	47.49	47.3	40.92		100.8	83.34	96.8	80.74	70.38	74.19	67.22
Carbonatos	mg/L	5 (riego)	<1.00	<1.00	<1.00	13.33	19.84	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	19.84		8.77	<1.00	<1.00	<1.00	13.16	5.72	6.58
Cianuro Libre	mg/L	-			<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004												
Cianuro WAD	mg/L	0.1	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cloruros	mg/L	100-700 (riego)			68.63	47.92	6.3	12.59	47.92	53.04													
Litio	mg/L	2.5	0.032	0.147	1.322	0.348	0.388	0.016	0.078	0.25	0.29	0.58	<0.003	0.003	0.259		0.046	0.21	0.429	0.254	0.227	<0.003	0.004
Magnesio	mg/L	150	11.18	7.68	28.22	7.79	8.66	7.89	6.18	8.56	11.33	7.83	5.38	5.41	7.7		9.49	12.28	13.77	12.47	13.15	15.59	17.55
Selenio	mg/L	0.05	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003		<0.003	<0.003	<0.003	0.004	<0.003	<0.003	<0.003
Silicatos	mg/L	-	23.02	28.69	19.08	35.12	35.03	47.33	66.91	53.55	48.33	37.92	38.43	37.67	34.32		21.84	27.04	24.41	15.81	11.54	20.65	20
Sodio	mg/L	200 (riego)	11.67	29.28	180.52	76.84	86.77	25.62	14.95	51.77	58.49	95.72	4.55	6.5	57.18		94.87	71.22	119.68	85.06	76.19	6.54	6.23
Sulfatos	mg/L	300 (riego)			106.41	126.15	261.54	203.85	201.03	438.46													
Cadmio	mg/L	0.05			<0.002	<0.002	0.005	<0.002	<0.002	<0.002													
Metales pesados																							
Cadmio total	mg PL	1 (riego)			<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030													
Cromo total	mg PL	-			0.044	0.043	0.206	<0.010	0.036	<0.010													
Cobalto total	mg NL	-			0.057	0.021	0.187	<0.030	0.095	0.313													
Cobalto amoniacal	mg NL	10 (riego)	0.155	0.295	<0.030	<0.030	<0.030	1.38	<0.030	0.166	1.494	1.494	<0.030	<0.030	0.218		<0.030	<0.030	0.122	<0.030	<0.030	0.28	0.236
Cromo hexavalente	mg NL	0.05 (riego)	<0.003	0.017	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.108	0.02	<0.003	<0.003	<0.003		<0.003	<0.003	0.013	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Cromo hexavalente total	mg NL	-			<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00													
Metales y metaloides																							
Aluminio total	mg/L	5	0.25	0.58	0.02	0.07	0.07	18.53	11.98	6.66	0.68	0.11	1.6	1.57	0.07		0.06	0.05	0.09	1	0.04	0.23	0.2
Antimonio total	mg/L	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico total	mg/L	0.05 (riego)	<0.001	0.003	<0.001	0.06	0.072	<0.001	<0.001	0.034	0.002	0.123	<0.001	<0.001	0.049		<0.001	0.007	0.082	0.028	0.027	<0.001	0.009
Cadmio total	mg/L	0.005 (riego)	<0.0004	0.0014	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0022	0.0022	0.0012	0.0005	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Cobalto total	mg/L	0.05 (riego)	<0.0003	0.0033	0.0006	<0.0003	0.0004	0.0166	0.0566	0.0295	0.0432	0.0095	0.0018	0.0016	0.0023		<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

(Continuación)

Informe Técnico N° 048-2014-ANA-DGCRH-VIG

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO:		ECA-Aguas: Cateoría 3 "Riego de vegetales y bebidas de animales"																					
		22/10/2014	22/10/2014	21/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014	20/10/2014		
Código del punto de monitoreo	Unidad	06:30	07:30	15:00	12:00	11:30	10:10	10:40	08:25	07:00	16:15	08:30	10:15	11:40	14:10	13:35	10:50	09:30	14:15	15:30	05:00	05:30	
		RSTR01	RSTR02	RSTR03	RPAT01	RPAT02	QLUCH	HAZ01	RCH01	RCH02	RCH03	RCH01	RCH02	RLAL1	RMAC1	RMAC2	RAY01	RAY02	RPUC01	RPUC02	QHU01	QHU02	
Cobre total	mg/L	0.2 (riego)	0.0005	0.0046	0.0036	0.0022	0.0039	0.0585	0.2	0.111	0.0399	0.0062	0.0017	0.0024	0.0048		0.0018	<0.0004	0.0016	0.0038	<0.0004	<0.0004	0.0022
Cromo total	mg/L	--	<0.0004	0.0007	0.0014	<0.0004	0.001	0.0024	0.0025	0.0014	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0006		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Hierro total	mg/L	1	<0.0004	0.0007	0.0014	0.309	0.284	14.9	6.718	2.861	0.5	0.172	0.387	0.411	0.119		0.077	0.138	0.254	2.444	0.089	0.156	0.173
Manganeso total	mg/L	0.2	0.1939	0.656	0.1468	0.0125	0.0269	2.1411	0.623	0.9388	1.3795	0.1059	0.0672	0.0681	0.0337		0.0323	0.0744	0.137	0.1289	0.0443	0.0382	0.0488
Mercurio total	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Níquel total	mg/L	0.2	<0.0004	0.0047	<0.0004	<0.0004	0.0216	0.0569	0.0345	0.0443	0.0049	0.0094	0.0028	<0.0004			<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.001	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Plata total	mg/L	0.05	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005		<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plomo total	mg/L	0.05	0.0016	0.0061	<0.0004	0.0022	0.0023	0.004	0.0049	0.0038	0.0019	0.0023	0.0012	0.0009	0.0011		0.0016	0.0015	<0.0004	0.0031	<0.0004	0.0032	0.0585
Talio total	mg/L	--	<0.003	0.0005	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.003	<0.003	<0.003	<0.003		<0.003	<0.003	0.004	<0.003	<0.003	<0.003	0.0043
Vanadio total	mg/L	--	<0.0002	0.0011	0.0009	0.0009	0.0002	0.0005	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.001		0.0019	<0.0002	0.0002	0.0005	<0.0002	<0.0002	0.0008
Zinc total	mg/L	2 (riego)	0.013	0.021	0.009	<0.003	0.008	0.277	0.273	0.15	0.179	0.017	0.012	0.018	0.012		0.005	<0.003	0.007	0.009	<0.003	<0.003	0.119
PARAMETROS ORGANICOS																							
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	<1.00	<1.00	<1.00							<1.00	<1.00	<1.00	<1.00		<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
MICROBIOLÓGICOS																							
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	1000 (riego tallo bajo y bebida)	790	110000	14	11	13	2	<1.8	<1.8	4.5	6.8	<1.8	2	4.5		290	13	220	22	14	1300	330
Escherichia Coli	NMP/100mL	--				2	4.5	<1.8	<1.8	<1.8	2												

Fuente: ANA (2014).



Tabla A.22: Resultados de monitoreo de agua para el año 2015 en la cuenca Pucara

Esquema de la Red de Estaciones de Monitoreo de Calidad del Agua en la Unidad Hidrográfica Ayaviri

DETALLE		CUADRO DE RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA AYAVIRI AÑO 2015																					
		J-00186117	J-00185493	J-00185601	J-00185601	J-00185599	J-00185594	J-00185512	J-00185512	J-00185497	J-00185500	J-00185593	J-00185493	J-00185497	J-00185500	J-00185518	J-00185518	J-00185599	J-00185598	J-00185598	J-00185594		
FECHAS DE MONITOREO		25/09/2015	25/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	21/09/2015	21/09/2015	21/09/2015	21/09/2015	21/09/2015	21/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015	23/09/2015		
HORA DE MUESTREO		08:30	09:00	08:43	09:30	10:20	10:40	10:30	10:40	11:10	12:00	13:00	14:00	12:00	09:30	08:10	07:00	11:00	11:30	12:30	14:00		
Control realizado por: (ANA, OEFA, ADMIN....)		ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA		
Coordenada Norte (UTM-WGS84 S-19L)		8375242	8375068	8396748	8362071	8364134	8362943	8330674	8330578	8310179	8310026	8313874	8312045	8311760	8312555	8329213	8344024	8325991	8355110	8336739	8308290		
Coordenada Este (UTM-WGS84 S-19L)		229413	228771	228378	207977	214023	211087	209529	209446	200947	200855	206337	201962	200634	209689	296318	294629	208236	232527	204128	268386		
Altitud		4332	4265	4534	4208	3920	3925	3925	4341	4334	4502	4495	5046	4583	4537	4474	4200	4172	3910	3909	3871		
CÓDIGO DEL PUNTO DE CONTROL		OH18611	OH18543	R5601	R5602	R5599	R5594	R5512	R5512	R5497	R5500	QU18593	RA18543	RA18500	RH18518	RL18518	RA18599	RA18598	RF18598	RF18594			
RÍO PRINCIPAL Y/O TRIBUTARIO LAQO/LAGUNA OMAR		<p>Quebrada Intera Tributario al río Lallinayo Tributario al río Lallinayo Tributario al río Lallinayo Tributario al río Chapacura Río principal de la Unidad Hidrográfica Ayaviri</p>																					
PARÁMETROS ORGÁNICOS	pH	Unidad de pH	6.4-8.4	8.26	8.15	7.57	7.34	7.8	7.44	8.28	6.43	7.54	8.58	3.98	3.32	5.2	5.47	7.42	7.09	8.2	7.9	8.85	8.51
	Temperatura (T)	°Celsius		11.11	10.02	11.82	13.76	15.90	11.39	11.84	11.84	12.4	13.5	14.2	16.3	9.4	9.5	8.38	9.2	16.2	15.3	20.15	17.8
	Conductividad Eléctrica	µS/cm	5000	940.4	858.8	216	812.3	1899	854.9	333.3	358	335	817	584.8	519	595	627	373.8	412.9	888.8	1174	885	877.1
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	<3	<3	3	3	3	3	<3	3	4	<3	<3	3	<3	<3	3	<3	<3	<3	6	<3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	40	16	16	12	8	8	8	8	24	12	<6	<6	24	<6	32	<6	8	<6	16	<6	16	20
PARÁMETROS INORGÁNICOS	Bario (Ba)	mg/L	-	<0.021	0.068	0.051	0.037	0.0663	0.04	0.033	0.03	0.048	0.05	0.048	0.035	0.042	0.051	0.024	0.022	0.055	0.055	0.064	0.069
	Berilio (Be)	mg/L	0.1	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	Calcio (Ca)	mg/L	-	197.1	110.5	13.85	33.47	124.8	104.6	38.01	34.2	36.25	35.35	33.44	15.73	24.72	33.14	8.7	32.08	88.85	91.11	76.65	76.45
	Cloruro (Cl- Wad)	mg/L	0.1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
	Cloruro (Cl- Libre)	mg/L	-	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
	Litio (Li)	mg/L	2.5	0.008	0.006	0.021	0.031	1.716	0.044	0.004	0.012	0.036	0.5	0.019	0.07	0.247	0.418	0.256	0.166	0.349	0.681	0.35	0.351
	Magnesio (Mg)	mg/L	150	33.86	25.23	11.61	10.22	0.299	10.02	6.725	5.64	9.982	10.19	7.297	8.008	11.38	5.21	8.743	0.09	0.687	14.16	14.16	14.74
	Selenio (Se)	mg/L	0.05	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
	Sodio (Na)	mg/L	-	5.24	3.45	10.12	38.08	190.4	79.87	5.98	11.23	95.44	87.86	25.87	14.31	45.79	71.46	47.32	42.55	79.82	135.4	90.63	85.54
	Sulfuro (S2-)	mg/L	0.95	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	Sulfatos (SO42-)	mg/L	300	396.8	231.7	22.2	40.8	198.9	180.5	130.8	116.9	107	204.4	191.1	182.6	161	53.7	89.7	120.6	124.6	109	96.13	
	Fosfatos (PO43-)	mg P/L	-	<0.007	<0.007	<0.007	0.19	0.115	<0.007	<0.007	<0.007	0.036	0.019	0.026	0.029	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.045	0.215	0.018	0.037
Fósforo (P) total	mg/L	-	<0.009	<0.009	<0.009	0.228	0.119	<0.009	<0.01	0.01	0.048	0.029	0.065	0.038	0.044	<0.007	0.01	<0.007	0.073	0.283	0.142	0.043	
Nitrógeno Amomiacal (NH4+)	mg N/L	-	<0.01	<0.01	<0.01	3.126	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.34	0.05	0.02	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.1	1.27	<0.01		
Nitrato (NO3-)	mg N/L	50	0.18	0.1	16	0.24	0.09	<0.05	0.07	0.08	0.08	0.71	0.48	0.07	0.25	0.37	0.08	0.06	0.28	0.28	0.25		
Nitrito (NO2-)	mg N/L	1	<0.005	<0.005	0.022	0.032	0.011	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.015	0.025	<0.005	0.066	0.1	<0.005	
Nitrógeno total	mg N/L	-	0.001	0.432	0.694	3.126	0.855	0.56	0.727	0.727	0.507	0.825	1.455	0.541	0.401	3.224	0.796	1.133	0.958	1.863	3.631	0.615	
Aluminio (Al) total	mg/L	5	0.011	0.016	0.15	0.006	0.018	0.01	2.622	1.817	0.029	0.038	10.83	6.333	3.938	2.928	0.556	0.089	0.031	0.024	0.039	0.019	
Antimonio (Sb) total	mg/L	-	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		
Arsénico (As) total	mg/L	0.1	<0.007	0.017	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.09	0.078	<0.007	<0.007	0.032	0.022	0.057	0.017	0.909	0.758	0.59	0.038	
Boro (B) total	mg/L	5	0.031	0.028	0.047	0.429	0.486	0.11	0.028	0.132	1.007	0.018	0.018	0.033	0.016	0.033	0.022	0.026	1.054	3.21	1.405		
Cadmio (Cd) total	mg/L	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Cobalto (Co) total	mg/L	1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.003	<0.001	<0.001	0.018	0.067	0.032	0.056	0.007	0.002	<0.001	<0.001		
Cobre (Cu) total	mg/L	0.5	<0.002	0.004	<0.002	<0.002	0.014	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.046	0.316	0.214	0.203	0.043	0.01	<0.002	<0.002	0.0099	<0.002		
Cromo (Cr) total	mg/L	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Hierro (Fe) total	mg/L	1	0.094	0.036	1.579	0.954	0.481	0.02	0.366	0.498	0.148	0.237	3.415	12.11	5.09	2.922	0.86	0.194	0.122	0.941	<0.001	0.054	
Manganeso (Mn) total	mg/L	0.2	0.001	0.018	0.379	0.243	0.299	0.021	0.103	0.084	0.012	0.018	2.872	0.039	0.363	0.929	0.174	0.019	0.09	0.11	0.074	0.034	
Mercurio (Hg) total	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
Niquel (Ni) total	mg/L	0.2	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.007	0.006	<0.002	<0.002	0.069	0.045	<0.002	0.011	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Plata (Ag) total	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Plomo (Pb) total	mg/L	0.05	<0.001	0.067	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Talio (Tl) total	mg/L	-	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007		
Uranio (U)	mg/L	-	0.00026	0.00037	<0.0004	0.0004	0.0008	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.02076	0.00094									

Tabla A.23: Resultados de monitoreo de agua para el año 2016 en la cuenca Pucara

6.1. Resultados de los parámetros Físico, Fisicoquímico y Microbiológico de la Unidad Hidrográfica Ayaviri

Cuadro N° 15: Esquema de los resultados de la calidad del agua superficial en los cuerpos naturales de agua del río Ayaviri y sus tributarios (Unidad Hidrográfica Ayaviri)

DETALLE		PUNTO DE MUESTREO																							
		J-08211428	J-08211428	J-08211429	J-08211430	J-08211431	J-08211432	J-08211433	J-08211434	J-08211435	J-08211436	J-08211437	J-08211438	J-08211439	J-08211440	J-08211441	J-08211442	J-08211443	J-08211444	J-08211445	J-08211446				
FECHAS DE MONITOREO		09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016	09/06/2016				
HORA DE MUESTREO		08:00	08:30	09:30	09:00	11:30	14:30	08:30	09:30	11:30	08:00	09:00	10:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30				
Centro: realizado por (ANA, OSPA, ADMN)		ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA				
Coordenada Norte (UTM-WGS84 S-18L)		8313074	8312348	8308074	8308071	8307896	8302943	8306748	8306371	8304134	8307343	8307808	8310479	8310028	8311708	8313003	8320213	8308804	8322991	8326118	8326798	8328290			
Coordenada Este (UTM-WGS84 S-18L)		308837	301962	308028	308448	302728	311887	308372	307971	314823	328413	328771	326647	308851	308634	308881	298214	304628	326258	332121	334128	338388			
Altitud		0848	0883	0341	0334	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321	0321			
CODIGO DEL PUNTO DE CONTROL		DL14281	DL14282	DL14283	DL14284	DL14285	DL14286	DL14287	DL14288	DL14289	DL14290	DL14291	DL14292	DL14293	DL14294	DL14295	DL14296	DL14297	DL14298	DL14299	DL14300	DL14301			
RÍO PRINCIPAL Y/O TRIBUTARIO (ARQ, LA OJUNA MAR)		Quebrada Luchazo (tributario a río Chichas)				Río Chichas (tributario a río Lullumayo)				Río Chichas (tributario a río Lullumayo)				Río Santa Rosa (tributario a río Ayaviri)				Quebrada Huacra (tributario a río Ayaviri)							
PARÁMETRO DE CAMPO		0xigeno Disuelto (DO) (valor mínimo)	4	4.2	5.14	5.53	5.71	4.32	6.27	5.53	5.38	5.9	5.9	5.1	5.7	5.5	5.2	5.16	5.78	6.27	10.12	5.97	5.54		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Parámetro de Hidrología (PH)	6.5-9.5	5.27	3.82	7.82	7.99	8.22	8.39	7.23	7.4	7.72	8.28	8.28	7.31	7.38	5.44	5.73	7.25	8.41	8.1	8.35	8.44		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Conductividad	7500	487	617	5.7	228.4	218.4	771.8	150.3	213.4	624.7	571.9	571.9	219.5	760	331	428	141.1	291.9	563.7	716.3	582.9	180.7	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Temperatura	14.3	6.1	9.1	10.02	9.48	18.54	18.96	10.7	17.81	10.94	10.94	10.94	11.7	11.3	10.1	12.06	18.94	18.94	24.58	20.47	25.79		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Acidez y Grasa	5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Demanda Biológica del Oxígeno (BOD5)	15	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Demanda Química del Oxígeno (DQO)	40	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Demanda Química de Oxígeno (DQO)	0.2	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Metales (NO3-A) Nitroto (PROM) (IC)	1.00	0.69	0.78	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Carbono Total	0.1	0.006	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Cloruros	0.70	0.39	1.89	2.68	0.34	86.94	2.10	10.28	71.85	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Nitratos	1.000	193.4	259.1	61.3	58.1	41.1	132	16.0	18.0	77.4	141.0	123.8	8.1	30.5	103.0	117.3	69.4	43.5	79.2	127.5	126	52.7	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Bicarbonatos	518	0.09	0.09	37.9	39.3	74.3	229.2	48.1	216.9	144.4	144.4	48.2	79.5	0.09	29.2	46.1	0.09	29.2	99.7	98	124.5		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Aluminio (Al)	6	3.610	26.00	1.088	1.072	0.165	0.093	0.168	1.249	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Arsénico	0.1	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Bario	0.7	0.014	0.019	0.024	0.024	0.018	0.043	0.034	0.068	0.081	0.128	0.119	0.029	0.041	0.027	0.017	0.028	0.028	0.052	0.05	0.049	0.056	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Berilio	0.3	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	0.00049	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Boro	1	0.024	0.0948	0.025	0.01	0.077	0.054	0.040	0.168	1.433	0.046	0.072	0.378	0.138	0.883	0.408	0.279	0.478	1.054	0.719	0.828		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Cadmio	0.01	0.00017	0.000668	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Cobalto	0.3	0.021	0.566	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Cobalto	0.05	0.008	0.008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Cromo Total	0.3	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Hierro	5	1.675	16.63	0.538	0.5	0.106	0.057	3.413	7.176	0.9501	0.024	0.057	0.309	0.246	4.9170	1.178	1.671	0.651	0.34	0.342	0.23	0.382	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Litio	2.5	0.009	0.031	0.002	0.004	0.004	0.028	0.012	0.034	0.271	0.005	0.005	0.031	0.104	0.061	0.084	0.195	0.079	0.122	0.184	0.184	0.154	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Magnesio	**	3.633	6.128	3222	3028	1.703	7.547	8.493	8.568	17.08	16.70	17.53	3584	4490	1.623	3.756	4.707	4.851	8.362	6.177	9194		
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Manganeso	0.3	1.409	0.682	0.054	0.057	0.057	0.057	0.118	0.223	0.093	0.001	0.025	0.028	0.020	0.240	0.538	0.295	0.217	0.0945	0.081	0.018	0.011	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Molibdeno	0.001	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Niquel	0.3	0.012	0.0472	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Plata (Pt)	0.05	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Selenio	0.001	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Zinc	2	0.308	0.394	0.025	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Calc. Bacter. Termotolerantes (AT 55 °C)	NMP/100ml	1.000	1.79	1.79	70	11	4800	840	480	73000	330	3.0	1.79	4.5	1.10	3.79	1.79	4.5	3.79	79	490	73	2.0
PARÁMETRO DE LABORATORIO		Escherichia Coli	NMP/100ml	1.00	1.79	1.79	70	11	330	480	480	7800	730	2.0	1.79	4.5	1.10	3.79	1.79	4.5	3.79	79	490	73	2.0

Fuente: ANA (2016).

Tabla A.24: Resultados de monitoreo de agua para el año 2017 en la cuenca Pucara

Resultados de los parámetros físico, fisicoquímico y microbiológico de la Unidad Hidrográfica Pucará

Cuadro N° 9: Esquema de los resultados de la calidad del agua superficial en los cuerpos naturales de agua del río Pucará y sus tributarios (Unidad Hidrográfica Pucará)

DETALLE		RESULTADOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA PUCARÁ (DEL 23 AL 28 DE AGOSTO DEL 2017)																					
		14/08/2017	14/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017	16/08/2017		
PARAMETROS DE CALIDAD AMBIENTAL	Código de ensayo N°	CATEGORÍA 3: RECO DE VEGETALES Y BANDA DE ANIALES																					
	Fecha (dd/mm/aaaa)	01: Faja de vegetales tipo matorral de altura y																					
FISICO-QUIMICO	Hora (hh:mm)																						
	Monitoreado por:																						
	Coordenadas en UTM WGS84 zona 5-18E (Este en m)																						
	Coordenadas en UTM WGS84 zona 5-18E (Norte en m)																						
	Altitud en (metros)																						
	Ref. de puntos de Monitoreo																						
	RÍO PRINCIPAL Y/O TRIBUTARIO LAGO/LAGUNA O MAR	Cosechada Endorréica																					
		Tributario a Huarucara el Viejo o Azufrales																					
		Tributario a Chacapalca																					
		Tributario a Lallinmayo																					
	Tributario a Lallinmayo																						
	Tributario Ayawalki																						
	Río principal Pucará-Ayawalki-Lallinmayo-Ocavi-Chacapalca-Patacapcha																						
MICROBIOLOGICOS Y PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS	Oxígeno Disuelto (OD) (volumen/l)	4	8.4	5.55	8.83	8.83	8.17	9.95	9.97	7.42	8.84	9.58	8.1	9.66	8.36	8.87	8.71	11.2	8.82	10.56	8.1	7.81	
	Potencial de Hidrógeno (pH)	8.5-8.3	8.22	8.32	8.39	2.96	8.29	8.57	7.89	6.97	7.21	7.69	8.2	8.3	5.17	5.35	8.37	8.18	8.4	7.90	8.2	8.2	8.2
	Conductividad	2500	987.7	675.7	871.4	686.2	348.1	388.4	856	213	687.0	1880	299	1478	808.3	868.6	146	675.8	742.9	1148	629.3	860.8	860.8
	Temperatura	3	10.96	8.45	5.57	9.33	6.82	5.91	17.25	6.63	8.88	14.47	9.15	11.33	12.30	12.42	8.25	12.39	12.79	15.29	12.71	13.2	13.2
	Acidez y Sólidos (MCH)	5	0.9	2	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	Demanda Biol. (DB5 - 5 días)	0.1	0.001	0.001	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	15	1.9000	1.9000	1.9000	5	1.9000	1.9000	1.9000	1.9	1.9000	2	1.9000	1.9	3.0000	3	3	2.0000	50	1.9000	1.9	1.9	1.9
	Dureza CaCO3	118.70	143.76	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	40	1.9	1.9	2.0	5.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	Delatantes (SARAF)	0.2	0.010	0.009	0.009	0.009	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Nitrato (NO3-N) (mg/l)	10	0.00300	0.00300	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	1	1.9000	1.9000	4.0000	7.000	8.000	10.000	1.9000	8.000	4.0000	1.900	1.9000	1.900	61.0000	100.000	100.000	3.000	0.0000	12.000	-	2.000	-
	Sulfato (SO4)	1000	430.800	153.100	470.000	335.200	150.800	150.700	20.1300	26.820	48.240	233.900	39.390	279.900	293.800	276.500	167.100	129.300	125.800	129.800	122.100	129.800	129.800
	Aluminio (Al)	5	0.00190	0.00190	42.75000	25.17	1.81200	1.86700	0.00120	0.0332	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190
	Aluminio (Al)	0.1	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
	Bromo (Br)	0.7	0.0542	0.0768	0.0218	0.0218	0.032	0.0327	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422	0.0422
	Bromo (Br)	0.1	0.000	0.000	0.009	0.002	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019
	Boro (B)	1	0.13	0.016	0.0019	0.116	0.000	0.000	0.074	0.035	1.067	4.834	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839
	Cadmio (Cd)	0.01	95.06	0.0064	0.00179	0.00335	0.00009	0.00071	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
	Cobalto (Co)	0.2	2.9E-05	0.00127	0.0851	0.3387	0.00074	0.00008	0.00011	0.00008	0.00009	0.00015	0.00111	0.00058	0.7750	0.7796	0.12867	0.0251	0.00058	0.00159	0.00099	0.00099	0.00099
Cromo (Cr)	0.05	95.06	0.00009	0.02357	0.09423	0.0033	0.00313	0.00009	0.00139	0.00121	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	
Cromo Total (Cr total)	0.1	0.00009	0.00009	0.001	0.0067	0.0001	0.0001	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	
Hierro (Fe)	5	0.00039	0.0304	2.841	39.83	0.3478	0.3899	0.435	2.969	0.8388	0.107	0.1063	0.0027	17.81	16.11	2.17	0.307	0.1975	0.2472	0.0645	0.0645	0.0645	
Litio (Li)	2.9	0.006	0.0036	0.0205	0.0618	0.0026	0.0027	0.02	0.0201	0.4508	1.106	0.1058	0.4239	0.3436	0.5329	0.2825	0.2198	0.4165	0.2023	0.2023	0.2023		
Manganeso (Mn)	0.2	2.9E-05	0.00057	3.416	0.5783	0.00431	0.00133	0.00807	0.35007	0.35551	0.15134	0.01018	0.01523	1.041	1.075	0.35522	0.02897	0.19285	0.32522	0.02468	0.02468		
Magnesio (Mg)	**	28.78	25.12	8.748	5.790	5.801	5.775	5.542	13.18	16.10	34.82	5.243	17.82	12.81	12.58	9.540	8.16	14.11	16.02	16.47	15.86		
Mercurio (Hg)	0.001	2.9E-05	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029		
Nitrito (NO2)	0.2	0.00019	0.00019	0.03	0.11	0.00730	0.00009	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019		
Nitrato (NO3)	0.2	2.9E-05	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029	0.000029		
Nitrito (NO2)	0.05	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019		
Nitrato (NO3)	0.02	0.00039	0.00039	0.0078	0.0039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039		
Tam (Tam)	+	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002		
Vanadio (V)	+	0.0004	0.00009	0.00009	0.0009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009		
Zinc (Zn)	2	0.0000	0.1012	0.5751	0.4877	0.018	0.023	0.008	0.0	0	0.000	0.009	0.3954	0.3251	0	0.0128	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009		
MICROBIOLOGICOS Y PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS	Coliformes Termotolerantes (Nº de ufc/ml) (E. coli)	1000	48.00	6.80	1.79	1.79	1.00.00	1.79	49.00	1.00.00	30.00	320.00	170.00	22.00	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	
	Bacterias (uvc)	1000	48.00	6.80	1.79	1.79	1.00.00	1.79	49.00	1.00.00	30.00	320.00	170.00	22.00	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79		
	Huevo de Helminthos	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: ANA (2017).

Tabla A.26: Resultados de monitoreo de agua para el año 2019 en la cuenca Pucara

Parámetro	Unidad	DS N°004-2017-MINAM Categoría 1 - D1 Agua para riego no restringido	DS N°004-2017-MINAM Categoría 1 - D1 Agua para riego restringido	62834-2019	62834-2019	62834-2019	62834-2019	62957-2019	62834-2019	62834-2019	62957-2019	62957-2019	62957-2019	62957-2019	62957-2019	63221-2019	63221-2019	63221-2019	63221-2019	63775-2019	63775-2019																		
				23/09/2019	23/09/2019	23/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	23/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	25/09/2019	25/09/2019	25/09/2019	25/09/2019	25/09/2019	25/09/2019	26/09/2019															
				12:20:00	13:00:00	14:10:00	14:35:00	08:00:00	10:10:00	11:30:00	08:40:00	09:20:00	07:00:00	11:37:00	12:45:00	07:20:00	08:20:00	10:00:00	12:00:00	13:30:00	13:40:00	No principal																	
				Ríos tributarios																																			
Río principal																																							
Río Pataqueña																																							
Río Chacapa																																							
Zda. Luchusani																																							
Río Azufrini																																							
Río Chacupelle																																							
Río Uallimayo																																							
Río Macarimaya																																							
Río Santa Rosa																																							
Río Ayaviri																																							
Río Pucará																																							
Río Pataqueña																						Río Chacapa		Zda. Luchusani		Río Azufrini		Río Chacupelle		Río Uallimayo		Río Macarimaya		Río Santa Rosa		Río Ayaviri		Río Pucará	
				RPata1	RPata2	RChac1	RChac2	RChac3	QLuch1	RAZuf1	RChaq1	RChaq2	RJall1	RMaca1	RMaca2	RStro1	RStro2	RStro3	RAYav1	RPuca1	RPuca2																		
Parámetro	Unidad																																						
Parámetros de Calidad																																							
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad	6.5-8.5	6.5-8.4	7.05	7.977	4.744	3.959	5.874	7.011	7.63	6.799	6.999	7.884	8.36	8.775	7.936	7.691	8.225	8.815	8.882	8.812																		
Temperatura	°C	8.3	8.3	17.21	18.79	18.5	18.47	3.536	8.67	13.927	6.484	7.6	5.068	16.65	18.73	8.764	9.7	14.683	17.46	19.18	20.9																		
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	4.85	4.506	3.96	1.682	5.78	3.516	4.074	5.243	5.039	5.535	7.436	7.369	4.586	5.602	5.558	9.89	6.761	4.95																			
Conductividad	µS/cm	2500	5000	456.05	1157	1178	1224	882.6	15.9	681.6	311	319.6	668.14	962.7	933.1	145.8	678.3	1787	960.7	912.4	872.4																		
Ensayos Físico-químicos																																							
Ácidos y Gases	mg/L	5	5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0																		
Bicarbonato	mg HCO3/L	518	518	186	168	3.5	3.8	2.7	11.8	<1.2	3	9.5	72.5	107	215.1	61.5	251.2	374.9	---	203.3	181.8																		
Cloruro Wad	mg Cl-/L	0.1	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001																		
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	15	15	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2																		
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	40	46	3	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2																		
Detergentes Aniónicos	mg/L	0.2	0.2	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002																		
Ensayos por Cromatografía - Aniones por Cromatografía Iónica																																							
Cloruro Cl-	mg/L	500	500	207.5	205.3	95.96	100.3	138.1	<0.061	30.49	3.356	4.586	81.93	174	102.7	0.155	77.4	320.4	151.2	132.4	122.8																		
Nitrato NO3-	mg NO3-/L	---	---	<0.009	<0.009	3.99	4.112	8.15	<0.009	<0.009	0.226	0.845	3.307	0.046	<0.009	0.002	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	0.013																		
Nitrato (como N)	mg NO2-/L	---	---	<0.002	<0.002	0.901	0.929	1.841	<0.002	<0.002	0.051	0.191	0.747	0.01	<0.002	0.181	0.021	<0.002	<0.002	<0.002	0.002																		
Nitrito NO2-	mg NO2-/L	---	---	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015																		
Nitrato (como N)	mg NO2-/L	10	10	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004																		
Sulfato SO4-2	mg SO4-2/L	1000	1000	270.7	272.9	511.3	518.4	224.1	3.183	332.3	158.5	164.3	255.8	149.4	216.7	31.94	45.58	154.8	139.5	139.2	139.2																		
Nitrato (como N) + Nitrito (como N)	mg/L	100	100	<0.006	<0.006	0.901	0.929	1.841	<0.006	<0.006	0.051	0.191	0.747	0.01	<0.006	0.181	0.021	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006																		
Ensayos de Metales - Metales Totales por ICP-MS																																							
Plata (Ag)	mg/L	---	---	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008																		
Aluminio (Al)	mg/L	5	5	0.019	0.049	16.36	16.36	7.028	0.089	77.89	2.2	1.533	1.069	0.026	0.027	0.028	0.028	<0.002	0.027	0.027	0.013																		
Asisteno (As)	mg/L	0.1	0.1	0.1789	0.1677	0.0738	0.0755	0.1616	0.0025	0.823	<0.0001	<0.0001	0.0017	0.0014	0.0065	0.0012	0.0016	0.0071	0.1727	0.0691	0.0453																		
Boro (B)	mg/L	1	1	1.527	1.814	0.767	0.798	0.995	0.019	0.151	0.047	0.028	0.793	0.105	0.093	0.11	1.392	3.814	2.875	2.369	1.375																		
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.7	0.0675	0.0893	0.0652	0.0663	0.0483	0.0029	0.03	0.045	0.033	0.0482	0.0516	0.0479	0.1515	0.1119	0.0395	0.0446	0.059	0.059																		
Berilio (Be)	mg/L	0.1	0.1	<0.0002	<0.0002	0.0014	0.0016	0.0036	<0.0002	0.0024	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002																		
Bismuto (Bi)	mg/L	---	---	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002																		
Calcio (Ca)	mg/L	---	---	94.14	96.61	58.16	67.47	45.63	1.59	18.49	48.77	47.04	58.95	92.59	135.6	13.38	60.75	161.8	96.95	89.75	81.97																		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.01	<0.00010	<0.00010	0.0002	0.00047	0.0016	<0.00010	0.00489	<0.00010	0.00147	0.00189	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010																		
Cobalto (Co)	mg/L	0.05	0.05	<0.0002	<0.0002	0.107	0.109	0.0624	0.0003	0.0844	0.004	0.0037	0.0179	<0.0002	<0.0002	0.0003	0.0009	0.0003	0.0005	<0.0002	<0.0002																		
Cromo (Cr)	mg/L	0.1	0.1	0.0073	0.0016	0.0062	0.0065	0.0034	0.0012	0.012	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002																		
Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.2	0.0017	0.0024	1.705	1.723	1.316	0.0047	0.3936	0.0012	0.0014	0.175	0.0007	0.0006	0.0011	<0.0003	0.0028	0.002	0.0016	0.0016																		
Hierro (Fe)	mg/L	5	5	0.177	0.227	20.94	21.18	9.675	0.986	34.82	0.576	0.574	1.361	0.053	0.216	1.957	1.27	0.204	0.191	0.066	0.051																		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.001	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005																		
Manganeso (Mn)	mg/L	---	---	13.34	13.34	14.77	15.33	11.12	0.3	3.52	2.33	2.38	6.18	1.61	2.94	0.9	5.21	8.97	6.36	5.41	4.97																		
Niobio (Nb)	mg/L	2.5	2.5	0.71	0.6899	0.3359	0.3506	0.4553	<0.0007	0.6637	0.0034	0.0026	0.2477	0.0415	0.0208	0.0258	0.48	1.314	0.329	0.322	0.3513																		
Niobio (Nb)	mg/L	---	---	16.48	16.85	11.88	12.94	9.999	0.165	6.922	5.434	5.144	10.44	9.448	12.12	8.519	18.07	35.76	18.27	17.16	15.33																		
Niobio (Nb)	mg/L	0.2	0.2	0.0167	0.0219	0.6109	0.9133	0.5839	0.1417	0.6205	0.1184	0.1194	0.1995	0.0104	0.043	0.1425	0.2553	0.2019	0.1402	0.0226	0.0517																		
Niobio (Nb)	mg/L	---	---	0.0014	0.0014	0.0028	0.003	0.0007	<0.0002	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	<0.0002	0.0004	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	<0.0002																		
Niobio (Nb)	mg/L	---	---	178.6	172.3	138.6	141.6	108.9	3.58	14.31	5.03	7.53	72.44	65.5	4.56	56.77	193.2	106.5	90.47	76.14	76.14																		
Niobio (Nb)	mg/L	0.2	0.2	0.0007	0.0008	0.0996	0.101	0.0699	0.0003	0.1185	0.0084	0.0025	0.0242	<0.0002	<0.0002	0.0016	0.0007	0.0006	0.0004	0.0001	0.0001																		
Niobio (Nb)	mg/L	---	---	0.07	0.1	0.24	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	0.14	0.08	<0.05	0.16	<0.05	<0.05	<0.05																		
Niobio (Nb)	mg/L	0.05	0.05	0.0016	0.0026	0.0015	0.0018	0.0015	0.0006	0.0023	<0.0002	0.0034	0.0007	0.0003	0.0004	<0.0002	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002																		
Niobio (Nb)	mg/L	---	---	0.0049	0.0043	0.0092	0.009	<0.0002	0.0012	0.0009	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0017																							

(Continuación)

8. Resultados de campo y laboratorio en ríos (Cat. 1-A2) de la Unidad Hidrográfica Pucará – septiembre 2019.

		DS N°004-2017-MINAM Categoría 1-A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	63221-2019 25/09/2019 10:50:00 Aguas Superficiales RAYav1
Parámetro	Unidad		
Parámetros de campo			
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	5.5 – 9.0	8.904
Temperatura	°C	Δ 3	15.55
Oxígeno Disuelto (OD) (Valor mínimo)	mg/L	≥ 5	8.58
Conductividad	uS/cm	5/1,600.00	880.6
Ensayos Físico – químicos			
Aceites y Grasas	mg/L	1.7	< 1.0
Cianuro Libre	mg CN ⁻ /L	0.2	< 0.0006
Cianuro Total	mg CN ⁻ /L	---	< 0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	20	< 2
Fósforo	mg P/L	---	< 0.010
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1.5	0.151
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	---	< 3
6 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA			
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40)	mg/L	---	< 0.002
Ensayos por Cromatografía - Aniones por Cromatografía Iónica			
Cloruros. Cl ⁻	mg/L	250	115.4
Nitratos. NO3 ⁻	mg NO3 ⁻ /L	50	< 0.009
Nitratos. (como N)	mg NO3 ⁻ -N/L	---	< 0.002
Nitritos. NO2 ⁻	mg NO2 ⁻ /L	3	< 0.015
Nitritos. (como N)	mg NO2 ⁻ -N/L	---	< 0.004
Sulfatos. SO4 ⁻²	mg/L	500	148.9
Ensayos de Metales – Metales Totales por ICP-MS			
Plata (Ag)	mg/L	---	< 0.00008
Aluminio (Al)	mg/L	5	0.043
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.0153
Boro (B)	mg/L	2.4	0.982
Bario (Ba)	mg/L	1	0.0558
Berilio (Be)	mg/L	0.04	< 0.0002
Bismuto (Bi)	mg/L	---	< 0.0002
Calcio (Ca)	mg/L	---	98.88
Cadmio (Cd)	mg/L	0.005	< 0.00010
Cobalto (Co)	mg/L	---	< 0.0002
Cromo (Cr)	mg/L	0.05	< 0.0007
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.0021
Hierro (Fe)	mg/L	1	0.154
Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	< 0.00005
Potasio (K)	mg/L	---	5.24
Litio (Li)	mg/L	---	0.2823
Magnesio (Mg)	mg/L	---	17.07
Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.0447
Molibdeno (Mo)	mg/L	---	0.0006
Sodio (Na)	mg/L	---	76.14
Níquel (Ni)	mg/L	---	< 0.0002
Fósforo (P)	mg/L	---	< 0.05
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	< 0.0002
Antimonio (Sb)	mg/L	0.02	0.0022
Selenio (Se)	mg/L	0.04	< 0.0006
Silicio (Si)	mg/L	---	9.5
Estaño (Sn)	mg/L	---	0.001
Estroncio (Sr)	mg/L	---	1.148
Titanio (Ti)	mg/L	---	0.0018
Talio (Tl)	mg/L	---	< 0.0002
Uranio (U)	mg/L	0.02	0.0007
Vanadio (V)	mg/L	---	0.001
Zinc (Zn)	mg/L	5	< 0.008
Ensayos Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2000	22
Escherichia coli	NMP/100 mL	---	13
Formas Parasitarias*	N° Organismos/L	---	Ausencia

Fuente: ANA (2019).

(Continuación)

Resultados de campo y laboratorio en ríos (Cat. 1-A2) de la Unidad Hidrográfica Pucará – marzo 2020.

		DS N°004-2017-MINAM	16326-2020
		Categoría 1-A2	12/03/2020
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	10:40:00
			RAYav1
Parámetro	Unidad		
Parámetros de campo			
pH	Unidad	5.5 – 9.0	7.37
Temperatura	°C	Δ 3	13.30
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5	5.14
Conductividad Eléctrica	(μS/cm)	1600	367.90
Ensayos Físico - químicos			
Aceites y Grasas	mg/L	1.7	< 0.100
Cianuro Libre	mg/L	0.2	< 0.0006
Cianuro Total	mg/L	---	< 0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	20	< 2
Fósforo	mg P/L	---	0.065
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	1.5	0.191
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	---	292
Ensayos por Cromatografía - Aniones por Cromatografía Iónica			
Cloruros Cl-	mg/L	250	24.71
Nitratos, NO3-	mg NO3-/L	50	0.663
Nitratos, (como N)	mg NO3-N/L	---	0.15
Nitritos, NO2	mg NO2-/L	3	< 0.015
Nitritos, (como N)	mg NO2-N/L	---	< 0.004
Sulfatos, SO4 2-	mg/L	500	91.03
Ensayos por Cromatografía			
Hydrocarburos Totales de Petróleo (C10-C)	mg/L	---	< 0.002
Ensayos de Metales – Metales Totales por ICP-MS			
Plata (Ag)	mg/L	---	< 0.00008
Aluminio (Al)	mg/L	5	5.875
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.015
Boro (B)	mg/L	2.4	0.211
Bario (Ba)	mg/L	1	0.0992
Berilio (Be)	mg/L	0.04	0.0006
Bismuto (Bi)	mg/L	---	< 0.0002
Calcio (Ca)	mg/L	---	41.74
Cadmio (Cd)	mg/L	0.005	0.00035
Cobalto (Co)	mg/L	---	0.009
Cromo (Cr)	mg/L	0.05	0.0061
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.0576
Hierro (Fe)	mg/L	1	12.95
Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	< 0.00005
Potasio (K)	mg/L	---	2.91
Litio (Li)	mg/L	---	0.061
Magnesio (Mg)	mg/L	---	8.925
Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.2988
Molibdeno (Mo)	mg/L	---	0.0005
Sodio (Na)	mg/L	---	21.6
Níquel (Ni)	mg/L	---	0.018
Fósforo (P)	mg/L	---	0.34
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.0076
Antimonio (Sb)	mg/L	0.02	< 0.0002
Selenio (Se)	mg/L	0.04	< 0.0006
Silicio (Si)	mg/L	---	13.5
Estaño (Sn)	mg/L	---	< 0.0002
Estroncio (Sr)	mg/L	---	0.4599
Titanio (Ti)	mg/L	---	0.0679
Talio (Tl)	mg/L	---	< 0.0002
Uranio (U)	mg/L	0.02	0.0006
Vanadio (V)	mg/L	---	0.0093
Zinc (Zn)	mg/L	5	0.059
Ensayos Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2000	1300
Escherichia coli	NMP/100 ml	---	490
Formas Parasitarias*	N° Organismos/L	---	Ausencia

Fuente: ANA (2020).