UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PARIA, HUARAZ – ANCASH, PERÍODO ENERO - JUNIO 2018".

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:
Bach. JHON NEDER ACUÑA IBARRA.

ASESOR:
MSc. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS.

HUARAZ-ANCASH-PERÚ

OCTUBRE, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PARIA, HUARAZ – ANCASH, PERÍODO ENERO - JUNIO 2018".

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:
Bach. JHON NEDER ACUÑA IBARRA.

ASESOR:
MSc. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS.

HUARAZ-ANCASH-PERÚ

OCTUBRE, 2019

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

   Apellidos y Nombres: ACUÑA IBARRA, JHON NEDER.

   Código de alumno: 092.0605.007 Teléfono: 974606616

   Correo electrónico: jhonneder6@gmail.com DNI o Extranjería: 71343030

2. Datos del Autor:

   ( ) Trabajo de investigación ( ) Trabajo académico

   ( ) Trabajo de suficiencia profesional (X) Tesis

3. Título profesional o grado académico:

   ( ) Bachiller (X) Título ( ) Segunda especialidad

   ( ) Licenciado ( ) Magister ( ) Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

   "EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PARIA, HUARAZ – ANCASH, PERÍODO ENERO - JUNIO 2018".

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

7. Asesor:

   Apellidos y Nombres: MSc. LEYVA COLLAS, MARIO VLADIMIR Teléfono: 955918241

   Correo electrónico: mariolc0205@hotmail.com DNI: 06269590

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: _____

D.N.I.: 71343030

FECHA: Huaraz, 01 de octubre de 2019.

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditórium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis **EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PARIA, HUARAZ - ANCASH, PERIODO ENERO - JUNIO 2018**, que presenta **ACUÑA IBARRA JHON NEDER** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de: ...CATORCE..... (14)

En consecuencia, **ACUÑA IBARRA JHON NEDER** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario Nº 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector Nº 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector Nº 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 02 de Agosto de 2019

Dr. **ALFREDO WALTER REYES NOLASCO**
Presidente
Jurado de sustentación

Ing. **ARNULFO SERNA ROMÁN**
Secretario
Jurado de sustentación

Ing. **FRANCISCO CLAUDIO LEON HUERTA**
Vocal
Jurado de sustentación

MSc. **MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS**
Asesor de tesista

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo, sacrificio y ser los principales promotores de mis metas, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios inculcados.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

Jhon Neder Acuña Ibarra.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, a todos los docentes por ayudarme en mi formación académica; en especial a mi asesor de tesis, el MSc. Mario Vladimir Leyva Collas por guiar esta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.

A mis padres por ser mis pilares fundamentales y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

RESUMEN

El río Paria es la fuente que es usada para abastecer de agua para consumo humano en el área urbana de los distritos de Huaraz e Independencia, por lo que es de primordial necesidad identificar los procesos generadores de impactos situados a lo largo del recorrido del río y evaluar la calidad del agua en tramos diferentes, determinando su idoneidad para ser utilizada con fines de consumo humano.

Para evaluar la calidad del agua del río Paria se ha utilizado los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (D.S. Nº 004-2017-MINAM), Categoría 1, Subcategoría A, A1: Aguas que pueden potabilizarse con desinfección, el cual integra indicadores físicos, químicos y biológicos medidos en el cuerpo de agua.

Para evaluar el nivel de correlación del índice de calidad de agua para consumo humano con la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, se realizó la medición de los indicadores físicos, químicos y biológicos se han establecido 03 puntos de muestreo en el río Paria, teniendo en consideración el comportamiento de la calidad de agua antes de la bocatoma (Yarush y Paria) que pertenece a la EPS Chavín, empresa encargada de potabilizar el agua.

Seguidamente se determinó el coeficiente de correlación (R) entre el índice de calidad de agua en función a la precipitación dada las condiciones litológicas y topográficas, se obtuvo un valor de R=0.857, este valor determinó la existencia de una relación positivamente moderada cuando la ecuación de la recta es simple polinómica.

El nivel de correlación (R) entre el índice de calidad de agua en función a la precipitación varía según el grado de ajuste de la recta (lineal, logarítmica y polinomial), desde 0.110 (correlación positiva débil) hasta 0.857 (correlación positiva considerable); la calidad del agua no solo depende de la precipitación sino también de las condiciones litológicas, topográficas y actividades antrópicas presentes en la zona, las cuales contribuyen relativamente en la alteración de la calidad del agua, esta afirmación se basa al incremento considerable de lluvias en la zona de estudio durante los meses de monitoreo y la escorrentía superficial presente en la zona.

Palabras claves: Precipitación, litología, topografía, calidad del agua, río Paria, coeficiente de correlación.

ABSTRACT

The Paria River is the source that is used to supply water for human consumption in the urban area of the districts of Huaraz and Independencia, so it is essential to identify the processes that generate impacts located along the river route and evaluate water quality in different sections, determining its suitability to be used for human consumption purposes.

To evaluate the water quality of the Paria River, the National Environmental Quality Standards for water (DS No. 004-2017-MINAM), Category 1, Subcategory A, A1: Water that can be treated with disinfection, which integrates physical indicators, have been used, chemical and biological measured in the body of water.

In order to assess the level of correlation of the water quality index for human consumption with precipitation, given the lithological and topographic conditions of the Paria river microbasin, the measurement of physical, chemical and biological indicators was established, 03 points of Sampling on the Paria river, taking into account the behavior of water quality before the hydrotherapy (Yarush and Paria) belonging to EPS Chavín, a company responsible for water purification.

Next, the correlation coefficient (R) between the water quality index was determined as a function of precipitation given the lithological and topographic conditions, a value of R = 0.857 was obtained, this value determined the existence of a positively moderate relationship when the Line equation is simple polynomial.

The level of correlation (R) between the water quality index as a function of precipitation varies according to the degree of adjustment of the line (linear, logarithmic and polynomial), from 0.110 (weak positive correlation) to 0.857 (considerable positive correlation); Water quality depends not only on precipitation but also on the lithological, topographic and anthropic activities present in the area, which contribute relatively to the alteration of water quality, this statement is based on the considerable increase in rainfall in the area. Study area during the months of monitoring and surface runoff present in the area.

Keywords: Precipitation, lithology, topography, water quality, Paria river, correlation coefficient.

ÍNDICE

CONTENIDO **Pág.**

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN i
ACTA DE SUSTENTACIÓN ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
RESUMEN v
ABSTRACT vi
ÍNDICE vii
LISTA DE TABLAS x
LISTA DE FIGURAS xii
LISTA DE ANEXOS xiii
CAPÍTULO I 1
INTRODUCCIÓN 1
1.1. Planteamiento del problema 2
1.2. Formulación del problema 2
1.2.1. Problema general 2
1.2.2. Problemas específicos 2
1.3. Hipótesis 3
1.3.1. Hipótesis general 3
1.3.2. Hipótesis especificas 3
1.4. Objetivos 3
1.4.1. Objetivo general 3
1.4.2. Objetivos específicos 3
1.5. Fundamentación 3
CAPÍTULO II 5
MARCO TEÓRICO 5
2.1. Marco teórico 5
2.1.1. Antecedentes 5
2.1.2. Calidad y calidad del agua 7
2.1.3. Importancia de la calidad del agua. 9
2.1.4. Estándar de Calidad Ambiental para Aguas (ECA-Agua) 10
2.1.5. Índice e índice de calidad de agua (ICA). 10
2.1.6. Variables fisicoquímicas 12
A. Conductividad eléctrica (CE) 12
B. Potencial de hidrógeno (pH) 13
C. Turbiedad 13
D. Hierro total 14

E. Plomo total 14
F. Nitratos y nitritos. 15
G. Demanda química de oxígeno (DQO). 15
H. Oxígeno disuelto (OD). 15
I. Coliformes totales 16
2.1.7. La precipitación pluvial y su relación con la calidad del agua 16
2.1.8. La litología y su relación con la calidad del agua. 17
2.1.9. La topografía y su relación con la calidad del agua. 19
2.1.10. Regresión simple. 20
A. Lineal 21
B. Logarítmica 21
C. Polinomial 21
D. Coeficiente de correlación (R). 22
E. Coeficiente de determinación (R^2). 24
2.2. Definición de términos 25
2.3. Marco legal 26
CAPÍTULO III 29
METODOLOGÍA 29
3.1. Características del área de estudio. 29
3.1.1. Litología superficial. 30
A. Batolito de la cordillera blanca 30
B. Formación Chicama 30
C. Depósitos del cuaternario 30
3.2. Tipo de estudio 31
3.2.1. Población 31
3.2.2. Muestra 32
3.3. Puntos de monitoreo. 32
A. Estación Paria Alto. 32
B. Estación Paria Medio. 32
C. Estación Paria Bajo. 33
3.4. Muestras 33
3.4.1. Procedimientos 33
A. Antes del monitoreo 33
B. Durante el monitoreo 34
C. Después del monitoreo 34
3.4.2. Análisis de la precipitación en la zona de estudio. 35
3.4.3. Procesamiento para la determinación del índice de calidad del agua. 35
A. Interpretación de la calificación del índice de la calidad del agua. 37
3.4.4. Análisis estadístico de la información. 38

CAPÍTULO IV 40
RESULTADOS 40
4.1. Cálculo del índice de calidad de agua del río Paria. 40
4.1.1. Contrastación de los resultados de laboratorio con los ECAs – Agua. 40
4.1.2. Determinación del índice de calidad de agua (ICA). 44
4.2. Resultados de la precipitación mensual (enero – junio 2018). 47
4.3. Determinación del nivel de correlación del ICA con la precipitación 48
4.3.1. Regresión simple lineal 49
A. Paria alto 49
B. Paria medio 50
C. Paria Bajo 50
4.3.2. Regresión simple logarítmica 51
A. Paria alto 51
B. Paria medio 51
C. Paria Bajo 52
4.3.3. Regresión simple polinómica 52
A. Paria alto 52
B. Paria medio 53
C. Paria Bajo 53
CAPÍTULO V 55
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 55
5.1. Calidad del agua 55
5.1.1. Parámetros fisicoquímicos. 55
5.1.2. Parámetros de metales (totales). 56
5.1.3. Parámetros de nutrientes. 57
5.1.4. Parámetros bioquímicos. 57
5.1.5. Parámetro microbiológico. 58
5.2. Índice de calidad de agua (ICA) 58
5.3. Regresiones simples 59
CAPÍTULO VI 60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60
6.1. CONCLUSIONES 60
6.2. RECOMENDACIONES 61
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 62
ANEXOS 68

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO **Pág.**

Tabla N°01: Comparación entre los resultados obtenidos por la SUNASS, con los ECAs-Agua, categoría A, A1; para los parámetros críticos (metales totales)……..…..07

Tabla N°02: Ventajas y limitaciones del ICA como herramienta de evaluación de calidad de agua……11

Tabla N°03: Efecto del transporte. Los efectos del transporte se reflejan tanto en el cauce por donde se transporta el material, como en el propio clasto desplazado……..…...18

Tabla N°04: Categorías en rangos para el coeficiente de determinación……..24

Tabla N°05: Parámetros evaluados para la determinación de los ECAs……...35

Tabla N°06: Interpretación de la Calificación ICA ……...38

Tabla N°07: Tipos de regresiones simples aplicadas a las 2 variables……..…39

Tabla N°08: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de enero 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……40

Tabla N°09: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de febrero 2018, correspondiente a los sectores alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……41

Tabla N°10: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de marzo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……41

Tabla N°11: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de abril 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……42

Tabla N°12: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de mayo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……..43

Tabla N°13: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de junio 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……..43

Tabla N°14: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de enero 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……..…...44

Tabla N°15: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de febrero 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……45

Tabla N°16: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de marzo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……45

Tabla N°17: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de abril 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……..46

Tabla N°18: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de mayo 2018, correspondiente a los sectores alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……46

Tabla N°19: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de junio 2018, correspondiente a los sectores alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria……..47

Tabla N°20: Resumen de resultados de los índices de calidad de agua de las estaciones de muestreo del río Paria……47

Tabla N°21: Resultados la precipitación mensual perteneciente a la microcuenca del río Paria de enero a junio del 2018……...48

Tabla N°22: Resultados globales de la precipitación mensual y el índice de calidad de agua (ICA)……...49

Tabla N°23: Resumen de resultados de regresiones simples……....54

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO **Pág.**

Figura N° 01: Ejemplos de correlación positiva, correlación negativa y ninguna correlación…..…….23

Figura N° 02: Regresión simple lineal entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Alto"*……...……...49

Figura N° 03: Regresión simple lineal entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Medio"*……..… ……...….50

Figura N° 04: Regresión simple lineal entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Bajo"*… ……..……..50

Figura N° 05: Regresión simple logarítmica entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Alto"* ……..…...…...51

Figura N° 06: Regresión simple logarítmica entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Medio"* ……..51

Figura N° 07: Regresión simple logarítmica entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Bajo"* ……...…...….52

Figura N° 08: Regresión simple polinomial entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Alto"*……..52

Figura N° 09: Regresión simple polinomial entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Medio"*…….....…….53

Figura N° 10: Regresión simple polinomial entre el Índice de Calidad de Agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Bajo"*……...….53

LISTA DE ANEXOS

CONTENIDO **Pág.**

ANEXO 01: Panel fotográfico……..…..…69

ANEXO 02: Estudio de calidad de agua realizado por la SUNASS…….……..……...75

ANEXO 03: Resultados de parámetros evaluados ……..……..…...79

ANEXO 04: Resultados de la precipitación mensual ……..…….86

ANEXO 05: Mapa de monitoreo ……..…...88

ANEXO 06: Mapa de geológico……..……...90

ANEXO 07: Mapa de topográfico……..……...92

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Algunas teorías, como la de Aleksandr Oparin, señalan que la vida comenzó en el agua, por lo que es reconocida como la fuente de vida. El origen de la vida en nuestro planeta tuvo lugar en el mar, y también que las riberas de los cuerpos de agua naturales fueron los sitios ideales para el asentamiento de las poblaciones dedicados a la agricultura y la pesca siendo actualmente sitios de desarrollo urbano e industrias. Las aguas naturales de la hidrosfera por lo común son soluciones de diferente complejidad. Esto se debe al estrecho contacto que tiene el agua natural con los químicos del medio ambiente (aire y suelo). El agua de lluvia contiene gases disueltos de la atmósfera y, algunas veces, contaminantes del aire disueltos. Las aguas de ríos y lagos contienen minerales disueltos, gases atmosféricos y diversos compuestos químicos liberados por el hombre. Ramos, Sepúlveda, y Villalobos, (2003).

La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico. El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto calidad del agua, para el que existen distintas interpretaciones. Ministerio del Medio Ambiente, (2000).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua identifican y reconocen la presencia de minerales, entre otras cargas inorgánicas y orgánicas, que pueden estar presentes en los ríos, lagunas y lagos del país. Asimismo, definen las concentraciones bajo las cuales sus aguas podrían ser empleadas en diversos usos, considerando para ello referentes internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otros. MINAM, (2015)

El río Paria, es la principal fuente utilizada para abastecer agua para consumo humano a la ciudad de Huaraz e Independencia mediante la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A. (EPS Chavín), por lo que es importante conocer la

incidencia de los procesos naturales como la precipitación en la calidad de agua, las condiciones litológicas y topográficas presentes en la zona de estudio.

1.1. Planteamiento del problema

La Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A. Chavín, utiliza dos (2) fuentes de aguas superficiales principales: la del río Paria y Auqui, para potabilizarlas y después distribuirlas a la ciudad de Huaraz, sin embargo, las aguas de estas dos microcuencas no solo se han visto afectadas por actividades del hombre, sino también por fenómenos naturales como la del Niño ocurrido durante los años 2016-2017.

Las altas precipitaciones en la microcuenca hacen que se arrastre por escorrentía superficial materiales como: minerales, excrementos de animales, elementos orgánicos, y otros componentes que lavó la lluvia, todos estos materiales finalmente son depositados en el cauce del río Paria, todo ello hace que altere la calidad del agua y por ende su Índice de Calidad.

Los problemas mencionados, plantean el tema de investigación que es conocer la correlación entre la calidad del agua y la precipitación dada las condiciones litológicas y topográficas de la zona.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el nivel de la correlación entre el índice de calidad de agua del río Paria y la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, Huaraz – Ancash, período enero - junio 2018?

1.2.2. Problemas específicos

a. ¿Cuál será la correlación lineal, logarítmica y polinomial del Índice de Calidad de Agua del río Paria en función de la precipitación?
b. ¿Cómo influyen las características litológicas y topográficas que tiene la microcuenca de estudio en la calidad de agua?

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

Existe alta correlación entre el índice de calidad de agua (ICA) del río Paria y la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, Huaraz – Ancash, período enero - junio 2018.

1.3.2. Hipótesis especificas

a. Existe alta correlación lineal, logarítmica y polinomial entre el índice de calidad de agua (ICA) del río Paria y la precipitación.
b. La litología y topografía de la zona de estudio tienen alta influencia en el índice de calidad de agua (ICA) de la microcuenca de estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el nivel de correlación del índice de calidad de agua para consumo humano con la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, Huaraz – Ancash, período enero - junio 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

a. Hallar la correlación lineal, logarítmica y polinomial entre el Índice de Calidad de Agua del río Paria y la precipitación.
b. Caracterizar los aspectos litológicos y topográficos de la microcuenca del río Paria para determinar su influencia en la calidad del agua.

1.5. Fundamentación

Ambientalmente: Los resultados de los monitoreos físico-química y biológica del agua del río Paria, permite realizar una base de datos de la calidad del río en relación con su composición, con el propósito de buscar alternativas de solución que sean amigables con el ambiente y permitan mitigar la alteración de la calidad del agua.

Económicamente: El monitoreo de agua es una técnica factible y de bajo costo que permite evaluar la composición del agua y calificar la calidad del río a través de la aplicación de un Indicador de calidad de agua. Así mismo representa un ahorro de recursos materiales y económicos, al tener menor número de parámetros utilizados.

Socialmente: Permitirá a la entidad encargada de brindar agua para consumo poblacional (EPS – Chavín), conocer la calidad del agua actual del río Paria, con el objetivo de dotar agua con buena calidad a la población. Del mismo modo dar a conocer a la entidad responsable que dirige las acciones de vigilancia y fiscalización de la calidad de agua para consumo poblacional (DIGESA), con el mismo propósito.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Antecedentes

Martínez (2010), evaluó la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco para las cuatro estaciones del año, donde obtuvo como resultados los valores del índice de calidad de agua; en primavera fue 56.63%, en el verano de 54.39%, en otoño de 64.23% y en el periodo de invierno fue de 60.45%, que los clasifica como de calidad media, esto lo lleva a concluir que el agua del río Naolinco necesita un tratamiento potabilizador para consumo humano. Del mismo modo obtuvo que los parámetros físicos-químicos y bacteriológicos influyeron significativamente en el resultados del índice de calidad de agua del río Naolinco.

Severiche y Barreto (2013), obtuvieron resultados del índice de calidad de agua marina en Ciénaga Grande de Santa Marta, para el año 2009, el indicador tuvo un comportamiento en la categoría de excelente. Esto tanto para el mes seco como para el lluvioso e igual comportamiento para los años 2007 y 2008; pero es notoria la tendencia de los resultados a estar por el valor inferior del intervalo, que es 76. Estos altos valores se originan en situaciones de alta evapotranspiración, poca precipitación o insuficiente entrada de agua dulce, los cuales representan cambios cíclicos en las condiciones meteorológicas de la zona. Interpretaron que el índice de calidad de agua marina se ve influenciada en épocas lluviosas y secas, y como ambos datos son numéricos entonces es posible construir una correlación matemática donde el índice de calidad de agua marina se explique en función de la precipitación.

Mora (2013), determinó la calidad del agua del río Bejuco mediante indicadores físico – químico y microbiológicos interrelacionándolos con el índice de calidad de agua, para lo cual estableció tres estaciones de muestreo, realizando dos réplicas en las estaciones de monitoreo 01, 02 y 03 en época seca y lluviosa, donde sus valores están fuera de los límites máximos permisibles, excepto en la estación uno (01) de la época seca, donde sus valores están dentro de lo establecido para agua de uso doméstico. Los resultados obtenidos mediante análisis de laboratorio coinciden tanto en época seca y lluviosa en las tres estaciones de muestreo y luego de ser interrelacionados con el índice de calidad de agua evidencian que el agua de la microcuenca Bejuco es poco contaminada a pesar de que el factor agrícola influye directamente en su contaminación.

Gil, Vizcaino, y Montaño (2017), evaluaron el índice de calidad del agua (ICA) en el río Guarapiche. Para ello, se evaluó catorce parámetros de calidad del agua (temperatura, pH, dureza, CE, nitrato, nitritos, sulfato, cloruros, OD, Fe, Mn, Ni, K, y CF). Los resultados de los valores del índice de calidad de agua (ICA) van desde 44,38 (muestreo estación San Félix) a 363,69 (estación de muestreo Palmonagas). El impacto de varias actividades antropogénicas fue evidente en algunos parámetros como Mn, NO3, NO2, y CF.

Coral (2014), calculó el índice de calidad del agua (ICA) para cada estación de muestreo en las épocas de estiaje y lluvias y en el periodo intermedio, encontrándose que la calidad del agua del río Paria varía en el rango de bueno (E-01) a pobre (E-07) en la época de estiaje, de aceptable (E-01) a pobre (E-07) en el período intermedio y de excelente (E-01) a pobre (E-07) en la época de lluvias. En general el río Paria presenta mejor calidad del agua en la época de lluvias debido al efecto de dilución de algunos contaminantes. Esta variación del índice de calidad de agua (ICA) en épocas lluviosas y de estiaje, indica una influencia directa de las precipitaciones sobre el ICA, y como ambos datos son cuantitativos entonces se podrá obtener un modelo matemático donde el ICA se explique en función de las Precipitaciones.

SUNASS (2017), realizó la toma de muestras a la entrada de la planta de tratamiento de agua potable “Paria” perteneciente a la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A. donde, parámetros como el Antimonio (Sb), Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Uranio (U), Zinc

(Zn), entre otros (Anexo N°02) se encuentran por debajo de los valores permitidos en los ECAs-A, para la categoría A, A1.

Tabla N°01: Comparación entre los resultados obtenidos por la SUNASS, con los ECAs-Agua, categoría A, A1; para los parámetros críticos (metales totales).

Parámetros evaluados.		**Unidad**	**Resultados SUNASS**	**ECAs – A, A1**
Metales totales	Aluminio (Al)	mg/L	0,1990	0.9
	Antimonio (Sb)	mg/L	<0.00020	0.02
	Arsénico (As)	mg/L	<0.00050	0.01
	Bario (Ba)	mg/L	0.00263	0.7
	Boro (B)	mg/L	<0.010	2.4
	Cadmio (Cd)	mg/L	<0.00050	0.003
	Cobre (Cu)	mg/L	0.01893	2
	Cromo (Cr)	mg/L	<0.00050	0.05
	Fosforo (P)	mg/L	<0.100	0.1
	Hierro (Fe)	mg/L	0.1324	0.3
	Manganeso (Mn)	mg/L	0.00763	0.4
	Mercurio (Hg)	mg/L	<0.00005	0.001
	Molibdeno (Mb)	mg/L	0.00301	0.07
	Níquel (Ni)	mg/L	<0.00035	0.07
	Plomo (Pb)	mg/L	<0.00020	0.01
	Selenio (Se)	mg/L	<0.0010	0.04
	Uranio (U)	mg/L	<0.00005	0.02
	Zinc (Zn)	mg/L	<0.00050	3

2.1.2. Calidad y calidad del agua

Calidad

Valdes, Samboni y Carvajal (2011), comentan que, en la valoración y evaluación de la calidad, genera un valor que califica y cualifica la fuente. La calidad del agua se mide de acuerdo con distintos parámetros mediante los

cuales se cuantifica el grado de alteración de las cualidades naturales y se la clasifica para un uso determinado.

Deming (1989), menciona que la calidad es “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado”. El autor indica que la manera de conseguir una mayor calidad es mejorando el producto y la adecuación del servicio a las especificaciones para reducir la variabilidad en el diseño de los procesos productivos.

Juran, Gryna y Bingham (1983), mencionan que la calidad se define como adecuación al uso, esta definición implica una adecuación del diseño del producto o servicio (calidad de diseño) y la medición del grado en que el producto es conforme con dicho diseño (calidad de fabricación o conformidad). La calidad de diseño se refiere a las características que potencialmente debe tener un producto para satisfacer las necesidades de los clientes y la calidad de conformidad apunta a cómo el producto final adopta las especificaciones diseñadas.

Miranda, Chamorro y Rubio (2017), definen la calidad como el conjunto de características de la actividad y/o producto que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas.

Calidad del agua

Ministerio del Medio Ambiente (2000), desde un punto de vista funcional, se define como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella, desde un punto de vista ambiental, como aquellas condiciones que debe darse en el agua para que esta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (calidad ecológica). La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas. La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos, cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación.

Oana (2010), señala que el tipo de calidad de agua se define en función de los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos. El

establecimiento de la calidad antes del uso es crucial para diversos fines, tales como: agua potable, el agua utilizada en la agricultura, el agua utilizada para el ocio (pesca, natación) o agua que se utiliza en la industria.

ONU (2011), hace referencia que, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para el ser humano como para los organismos acuáticos.

2.1.3. Importancia de la calidad del agua.

Diersing (2009), menciona que la calidad del agua es empleado para conocer el estado del agua, incluidas sus características químicas, físicas y biológicas, generalmente con respecto a su idoneidad para un propósito particular (es decir, beber, nadar o pescar). La calidad del agua es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

Arroyo (2011), indica que los estándares y criterios más estrictos que se aplican al agua es para consumo humano, le siguen los que definen las características del hábitat para los peces y a la vida silvestre, para usos recreativos, agricultura e industria, navegación y otros usos como (hidroeléctricas, marinas, recarga de acuíferos, etc). El cumplimiento de estos estándares de calidad implica pruebas y mediciones de la concentración de contaminantes fisicoquímicos y biológicos.

En Perú, los parámetros para uso del agua, lo instituye el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-A), con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en cuyos niveles de concentración no deberán representar riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Esta norma es aplicada por el Ministerio del Ambiente y creada bajo Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

2.1.4. Estándar de Calidad Ambiental para Aguas (ECA-Agua).

MINAM (2005), menciona que el Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa un 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.

2.1.5. Índice e índice de calidad de agua (ICA).

Índice

ISO 9001 (2015), indica que los índices de calidad son instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos y productos. Dicho de otro modo, miden el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para una determinada actividad. A través de cada indicador, se podrán obtener los datos pertinentes, que deberán ser llevados a escalas adecuadas para ordenarlos, para cada indicador que se use, será necesario adoptar o construir una escala que cuantifique las observaciones realizadas.

Guitton (1960), señala que el índice es un valor numérico que expresa la relación estadística entre varias cantidades referentes a un mismo fenómeno que sirve como instrumentos de medición, basados en hechos y datos, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los interesados, es decir, miden el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para una determinada actividad o proceso.

Guillén et al. (2012), mencionan que el índice con respecto a la calidad del agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; dicho de otra manera, el agua altamente contaminada tendrá un valor cercano o igual a 0%, en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100%.

Índice de calidad de agua (ICA)

ANA (2018), indica que, en el Perú, la evaluación de la calidad del agua se realiza a través de la comparación de los resultados de un conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos con los valores establecidos en el ECA-Agua según la categoría del cuerpo de agua superficial correspondiente; lo que determina su cumplimiento o incumplimiento, precisando únicamente los parámetros críticos y su correspondiente concentración. El índice de calidad de agua constituye un instrumento fundamental en la gestión de la calidad de los recursos hídricos debido a que identifica y compara las condiciones de calidad del agua y sus posibles tendencias en el espacio y el tiempo siendo la valoración de la calidad del agua en una escala de 0-100, donde 0 (cero) es mala calidad y 100 es excelente.

Sánchez (2006), señala que el objetivo del índice de la calidad del agua es obtener un valor único que defina el estado de una masa de agua a partir de diferentes indicadores específicos, presentando los resultados de una forma más resumida y sencilla, la ventaja del índice de calidad del agua es que los resultados que se obtiene son de una sola cifra, permitiendo una comparación directa entre la calidad de distintos tramos del cuerpo de agua.

Prat (1998), señala que la valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles En ICA es un número único que expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua.

Tabla N°02: Ventajas y limitaciones del ICA como herramienta de evaluación de calidad de agua. Prat (1998).

Ventajas.	**Limitaciones**
• Permiten mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua. • Método simple, conciso y válido para expresar la importancia de los datos	• Proporcionan un resumen de los datos. • No proporcionan información completa sobre la calidad del agua.

generados regularmente en el laboratorio. • Útiles en la evaluación de la calidad del agua para usos generales. • Permiten a los usuarios una fácil interpretación de los datos. • Pueden identificar tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas. • Permiten priorizar para evaluaciones de calidad del agua más detalladas. • Mejoran la comunicación con el público y aumentan su conciencia sobre las condiciones de calidad del agua. • Ayudan en la definición de prioridades con fines de gestión	• No pueden evaluar todos los riesgos presentes en el agua. Pueden ser subjetivos y sesgados en su formulación. • No son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra. • Se basan en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal. • Algunos científicos y estadísticos tienden a rechazar y criticar su metodología, lo que afecta la credibilidad de los ICA como una herramienta para la gestión.

Uno de los índices más empleados es el propuesto por el Canadian Council of Ministers of the Environment, conocido como CCME_WQI por sus siglas en inglés, el cual propone una evaluación más amplia de la calidad del agua en un periodo de tiempo determinado teniendo en cuenta el número de parámetros que superan un estándar de referencia, el número de datos que no cumplen con el mencionado estándar y la magnitud de superación. CCME_WQI, (2001).

Cabe señalar que esta metodología se caracteriza por su flexibilidad respecto al tipo y número de parámetros empleados y cuya forma de determinación se encuentra en el capítulo III (Metodología – Muestras, Procesamiento para determinar la calidad de agua).

2.1.6. Variables fisicoquímicas

A. Conductividad eléctrica (CE)

Rodríguez y Marín (1999), señalan que la conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y la resistividad

es la medida recíproca. Son indicativas de la materia ionizable presente en el agua. El agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo tanto, la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua, por lo tanto, un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua.

Snoeyink y Jenkis (1987), definen como una medida de las cargas iónicas que circulan dentro del agua. Esta medida nos ofrece una información general de la concentración de sales y iones (sales disociadas) presentes en el agua. Mide de forma general todas las sales que tiene disueltas el agua y los valores bajos de este parámetro indican un agua de buena calidad

B. Potencial de hidrógeno (pH)

Monte (2016), trata de una medida del carácter ácido o básico del agua u otra sustancia líquida, determinada por el número de iones de hidrógeno presente. Su importancia radica en que dependiendo del valor de pH puede limitar la posibilidad de vida acuática y muchos usos del agua.

Gonzales (2011), define como una medida que indica la acidez del agua. El rango vario de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un p H menor indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica que el agua es básica. Si el agua contiene más iones de hidrógeno tiene una mayor acidez, mientras que agua que contiene más iones de hidróxido indica un rango básico.

C. Turbiedad

Rigola (1990), define como la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones. Además, interfiere con la mayoría de procesos que se puede destinar al agua.

Marín (2012), señala que, es la presencia de materias en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos, plancton y organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas se pueden asociarse a tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas. Las primeras provienen de la erosión de suelos y rocas, suelen estar

revestidas de restos orgánicos, y conforman la mayor fracción de las materias en suspensión de la mayoría de las aguas. Los aportes de aguas turbias de escorrentía por lluvias, ricas en materias minerales causan aumentos de turbidez en aguas de ríos y embalses, así como las algas en época de su floración. En aguas naturales, la turbidez evoluciona pareja a la del aporte de aguas de escorrentías al medio, a su vez provocada por las lluvias, especialmente, si estas son torrenciales o se producen en terrenos susceptibles de fácil erosión. La turbidez se reduce con la sedimentación natural.

D. Hierro total

Sigler y Bauder (2012) indican que el hierro puro es muy reactivo y se corroe rápidamente cuando expuesto al aire, es por esto que el hierro es poco común es arroyos y ríos. El hierro disuelto que alcanza aguas superficiales reacciona con oxígeno para formar herrumbre y precipita en el fondo del flujo de agua.

Valencia (2006), hace mención que, el hierro (Fe) en el agua natural proviene de la disolución de las rocas y minerales donde se encuentra contenido. En aguas de superficie el hierro se encuentra en niveles muy bajos, ya que en estas aguas el ion hierro es prácticamente insoluble. Por otro lado, el hierro divalente no se encuentra normalmente en este tipo de aguas debido a que se encuentra en condiciones anaeróbicas y la presencia de oxígeno provoca su rápida oxidación.

E. Plomo total

Belaire y Jacobs (2017), el plomo es un metal pesado, se puede encontrar de manera natural en el medio, más concretamente en la corteza terrestre. En la naturaleza nunca se halla en su estado puro, sino formando sales metálicas, óxidos y compuestos organometálicos. La mayoría de los minerales de los que se extrae contienen un porcentaje entre 3 y 10% de plomo.

Mollineda et al. (2010), indican que el plomo es un metal que posee características de persistencia, permanencia o temporalidad en el ambiente, es decir, no se degrada, ni sufre corrosión al contacto con el agua, suelo o

aire. La contaminación del agua por plomo tiene un gran impacto negativo y perjudicial en la salud de todo ser viviente.

F. Nitratos y nitritos.

Gamboa et al. (2005), mencionan que los nitratos son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, (NO3-) que se encuentran de manera natural en pequeñas concentraciones en el suelo, los alimentos y las aguas superficiales y subterráneas. El incremento de concentración en las aguas de este compuesto, se produce eminentemente en zonas de gran producción agrícola por la utilización masiva de abonos nitrogenados. Hay que señalar también que los vertidos de aguas residuales y excrementos animales en zonas de ganadería intensiva pueden constituir también una fuente de nitratos en el agua.

MacFaddin (2003), señala que el nitrito se halla en un estado de oxidación intermedio entre el amoniaco y el nitrato, la presencia de nitritos en el agua es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente, en aguas superficiales bien oxigenadas, el nivel del nitrito no suele superar 0.1 mg/L.

G. Demanda química de oxígeno (DQO).

Lermann et al. (1998), indican que la DQO es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido, bajo condiciones preestablecidas por la oxidación química de la materia orgánica biodegradable presente en el agua, se utiliza con frecuencia como una medida de la cantidad de materia orgánica en los cursos naturales y en otros efluentes.

IDEAM, (2007). La demanda química de oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. Para muestras de un origen específico, la DQO se puede relacionar empíricamente con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el carbono orgánico o la materia orgánica.

H. Oxígeno disuelto (OD).

Peña (2007), define como la cantidad de oxígeno que esta disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El OD puede ser indicador de cuan contaminada esté el agua y cuan bien puede dar

soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de OD indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiados bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir**.**

Arocena y Conde (1999), el OD se logra por difusión del aire del entorno, la aireación del agua que ha caído sobre saltos o rápidos; y como un producto de desecho de la fotosíntesis, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de la temperatura. El agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que un agua caliente.

I. Coliformes totales

Giraldo (2015), señala que es un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua, tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

2.1.7. La precipitación pluvial y su relación con la calidad del agua

IDEAM. (2014), la calidad de agua de la precipitación no se ha estudiado a fondo, se desconocen sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, que dependen de diversos componentes presentes en el aire por actividades antrópicas y condiciones naturales. Es característico que el pH del agua lluvia sea bajo, pues esta acidez natural se genera cuando los óxidos de azufre y nitrógeno intervienen en la química de la atmósfera y en su equilibrio, causando que disminuya por debajo de 5,6 unidades, mientras que la conductividad aumenta por la presencia de iones.

Brooks, Ffolliott, y Magner (2003), nos dicen que la precipitación afecta la cantidad, el tiempo, la distribución espacial y la calidad del agua agregada a una cuenca de la atmósfera. Los hidrólogos consideran que la precipitación es el principal aporte para una cuenca y una clave para sus características de rendimiento de agua. Los ecólogos reconocen el papel de la precipitación en la determinación de los tipos de suelos y vegetación que ocurren en una cuenca. Los agricultores, los silvicultores y los administradores de los

pastizales ven la precipitación como un ingrediente esencial para la producción vegetativa en la tierra. En consecuencia, una comprensión de la precipitación es fundamental para el estudio de la hidrología y el manejo integrado de cuencas hidrográficas.

IPCC (2008), los episodios de precipitación intensa tienen una probabilidad muy alta de causar efectos adversos la calidad del agua superficial y subterránea de esta manera contaminando los suministros hídricos; los impactos negativos del cambio climático sobre los sistemas de agua dulce estarían probablemente atenuados por los efectos negativos de una mayor variabilidad de las precipitaciones y de una alteración estacional de la escorrentía sobre el abastecimiento y calidad del agua. El aumento de las precipitaciones afectaría también las propiedades físicas, químicas y biológicas de los lagos y ríos de agua dulce, y sus efectos sobre numerosas especies de agua dulce, sobre la composición de las comunidades y sobre la calidad del agua serían predominantemente adversos. Un cambio en la temporalidad de las precipitaciones, produce una modificación de la cantidad de material disuelto y particulado arrastrados por la lluvia, entre otros, lo cual altera la calidad del agua.

Radulovich, Rodríguez y Moncada (1994), las precipitaciones pueden diluir los contaminantes, disminuyendo las reacciones químicas en lagos y canales, reduciendo el tiempo de limpieza de los contaminantes en los cuerpos de agua, es decir, la calidad del agua se altera, y por lo tanto su índice se afectado por dichas precipitaciones.

2.1.8. La litología y su relación con la calidad del agua.

Vargas (2012), indica que los materiales litológicos ya sea rocas, depósitos inconsolidados o sedimentos activos presentan una resistencia relativa a la erosión fluvial. Estos materiales repercuten en la dinámica fluvial la movilidad y la estabilidad del cauce. La litología asociada a los cauces en porcentaje, tipo y composición de rocas, depósitos inconsolidados y sedimentos varía de la posición morfológica, fisiográfica e hidrográfica del cauce.

Ramos (1984), la litología es erosionada por los distintos agentes de meteorización (aire, vientos, precipitaciones, entre otros) produciendo

sedimentos granulares y materiales finos (arcillas y limos) que luego son transportados aguas debajo de las quebradas.

Mazor (2004), la composición de las rocas y suelos tiene una influencia directa en la calidad del agua. Hidroquímicamente, se puede hacer una clasificación inicial en tres grupos:

- Rocas en donde el agua subterránea es común, es decir, rocas que contribuyen conmuy pocas sales al agua.
- Rocas carbonatadas que contribuyen materiales disueltos pero que mantienen lacalidad del agua.
- Rocas que enriquecen al agua con cantidades importantes de sales disueltas, haciéndolas a menudo no potables.

El agua se mueve subsuperficialmente, y su composición es determinado por todos los tipos de suelos y rocas que esta atraviesa.

Ibáñez (2008), cuando el fluido tiene capacidad de disolución (agua) y pasa a través de materiales solubles, se produce el transporte de los iones procedentes de la roca, en disolución (Tabla N°03).

Tabla N°03: Efecto del transporte. Los efectos del transporte se reflejan tanto en el cauce por donde se transporta el material, como en el propio clasto desplazado.

			Efecto del fluido sobre el cause	**Efecto del clasto sobre el clasto**
SOBRE EL FONDO (EROSIÓN)	**FÍSICOS**	**HIELO**	Abrasión por detracción	ABRASIÓN POR DETERSIÓN: Arañazos sobre el cauce, arranque de piedras y escamas
		AGUA / HIELO	Abrasión por deflación	ABRASIÓN POR CORROSIÓN: choque de clastos contra otros que los pone en movimiento. Arranque de otros clastos que se incorporan al material trasportado.

<table>
<tr><td></td><td>QUÍMICOS</td><td colspan="2">CORROSIÓN: disolución, hidrólisis, hidratación.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">SOBRE ELMATERIAL TRANSPORTADO (DESGASTE)</td><td rowspan="5">FÍSICOS</td><td>Clasto contra el suelo</td><td>Clasto contra clasto</td></tr>
<tr><td>ATRICCIÓN: fricción del clasto contra el suelo cuando viaje por deslizamiento o rólido.</td><td>ATRICCIÓN: Fricción entre clastos cuando viajan por suspensión.</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>CHOQUE: entre clastos de tamaños equivalentes. Se desprenden pequeños fragmentos.</td></tr>
<tr><td>TRITURACIÓN: Entre clastos de distinto tamaño, tanto en movimiento o uno quieto</td></tr>
<tr><td>DESPULIDO: golpeteo de clase pequeños sobre uno mayor.</td></tr>
<tr><td>QUÍMICOS</td><td colspan="2">DISOLUCIÓN, HIDRATACIÓN, ETC: estos procesos son mayores cuanto menor sea el grano. Suele quedar superficies pulidas o capas alteradas cuando la disolución ha sido muy intensa</td></tr>
</table>

Cammeraat et al. (2014), es importante conocer la litología del terreno por el que el agua de un río lo atraviesa, ya que de las características del mismo va depender la composición fisicoquímica de sus aguas. Los factores constitutivos de un río son la pluviometría, que aporta el agua que llevará el río, y la cuenca vertiente, que recoge el agua de lluvia y la conduce a la parte más baja del valle, donde discurrirá sobre las litofacies que forman el estuche de un río. Es durante este discurrir cuando el agua produce su ataque mecánico (erosión) y químico (hidratación, hidrólisis, óxido reducción, etc.) provocando la disolución de las rocas.

2.1.9. La topografía y su relación con la calidad del agua.

FAO (2000), la topografía se caracteriza por los ángulos de las pendientes y por la longitud y forma de las mismas. La topografía es un

importante factor para determinar la erosión, las prácticas de control de la erosión y las posibilidades de labranza mecanizada del suelo. Cuanto mayor es el ángulo de la pendiente de la tierra y la longitud de esa pendiente, mayor será la erosión. Un aumento del ángulo de la pendiente causa un aumento de la velocidad de escorrentía y con ello la energía cinética del agua causa una mayor erosión. Esta escorrentía producto de las precipitaciones incorpora nuevos componentes al cauce principal de los ríos, alterando de esa manera su calidad física, química y biológica

Worschitz (2008), menciona que la topografía del relieve rige la intensidad de flujo del escurrimiento y la manera en que el agua es descargada de la cuenca, a su vez, los sedimentos transportados dependen de la pendiente y la geometría de la cuenca. El relieve topográficamente más alto que el fondo del valle, es un factor muy importante ya que controla el gradiente de energía que existe para el agua de escorrentía y la capacidad erosiva de la misma. Los controles biológicos son importantes tanto desde el punto de vista de la vegetación en la superficie como debido al efecto de cuña de las raíces en la rotura de la capa de suelo o la presencia de micro y meso-organismos.

2.1.10. Regresión simple.

Pedroza y Dicovskyi (2006), la regresión y la correlación son dos técnicas estrechamente relacionadas y comprenden una forma de estimación. En forma más especifica el análisis de correlación y regresión comprende el análisis de los datos muestrales para saber que es y como se relacionan entre si dos o mas variables en una población. El análisis de regresión da lugar a una ecuación matemática que describe dicha relación; y el análisis de correlación produce un número que resume el grado de la correlación entre dos variables.

Domenech (1985), la regresión es la construcción de una ecuación matemática que describe el comportamiento de dos variables a partir de datos muestrales capturados, mientras que la correlación compara dos variables en que una variable no es dependiente de la otra.

Laguna (2014), el análisis de regresión simple consiste en emplear métodos que permitan determinar la mejor relación funcional entre dos variables concomitantes (o relacionadas), y el análisis de correlación, el grado

de asociación de las mismas. Es decir; no solo se busca una función matemática que exprese de qué manera se relacionan, sino también con que precisión se puede predecir el valor de una de ellas si se conoce los valores de las variables asociadas.

A. Lineal

Canavos (1998), es una medida estadística que cuantifica la dependencia lineal entre dos variables, es decir, si se representan en un diagrama de dispersión los valores que toman dos variables, el coeficiente de correlación lineal señalará lo bien o lo mal que el conjunto de puntos representados se aproxima a una recta.

Devore (2008), Si disponemos de dos series de datos emparejadas, con frecuencia es útil conocer si ambas variables están relacionadas, y, en caso afirmativo, encontrar la expresión que refleja dicha relación. Si la ecuación que mejor relaciona dichas variables es la de una recta, decimos que existe correlación lineal.

B. Logarítmica

Wild y Seber (1989), es una alternativa cuando el modelo lineal no logra un coeficiente de determinación apropiado puede considerarse logarítmico. La forma más simple de tratar de establecer la tendencia es a través de un diagrama de dispersión, se pretende obtener los valores de los parámetros asociados con la mejor curva de ajuste.

Duran, Bethea y Boullion (1985), es un método para encontrar la relación entre la variable dependiente y un conjunto de variables independientes. A diferencia de la regresión lineal tradicional, que está restringida a la estimación de modelos lineales, la logarítmica puede estimar modelos con relaciones arbitrarias entre las variables independientes y dependientes.

C. Polinomial

Izar (1998), consiste en otra alternativa, para ajustar los datos de forma polinomial, extiende el modelo lineal al agregar predictores adicionales obtenidos al elevar cada uno de los predictores originales a una potencia. Por ejemplo, una regresión cuadrática utiliza dos variables, como predictores.

Este enfoque proporciona una forma sencilla de proporcionar un ajuste no lineal a los datos.

Devore (2008), tiene una tendencia a ajustarse drásticamente, incluso es un simple conjunto de datos unidimensional. Si bien podamos tener una tentación de ajustar un polinomio de mayor grado para obtener menos error, puede resultar en un ajuste excesivo, por esa razón siempre se debe trazar las relaciones para ver el ajuste y concentrarnos de que la curva se ajuste a la naturaleza del problema.

D. Coeficiente de correlación (R).

Lahura (2003), el análisis de correlación resulta útil para un trabajo de investigación cuando un analista trata de determinar como fluye una variable con el comportamiento de la segunda variable, el interés radica básicamente en la fuerza de la relación. Es decir, cuando medimos la correlacion nos interesa saber que tan importante es una variable y que tanto influye en el resultado.

Pértega y Pita (1997), el coeficiente de correlación (R) es una cantidad adimensional, es decir, no depende de las unidades empleadas (ya que no se trata de una prueba que evalúa causalidad), pero sí se ve alterado ante la presencia de un valor extremo. Frente a esta situación es conveniente realizar un artificio o transformación de datos, lo cual cambia la escala de medición y modera el efecto de valores extremos (como por ejemplo la transformación logarítmica y/o polinomial).

Spiguel(1991), mientras más cercano a 1 o -1 sea el valor del coeficiente de correlación, en cualquier dirección, más fuerte será la asociación entre las dos variables. Mientras más cercano a cero sea el coeficiente de correlación indicará que más débil es la asociación entre ambas variables. Si es igual a cero se concluirá que no existe relación lineal entre ambas variables, esto no quiere decir que no pueda existir ningún tipo de relación entre las variables.

Si, “Y” tiende a aumentar a medida que X aumenta, como en la figura 1-a), se dice que la correlación es una correlación positiva o directa. Si, Y tiende a disminuir a medida que X aumenta, como en la figura 1-b), se dice que es una correlación negativa o inversa. Si todos los puntos parecen encontrarse en una curva, esta correspondencia se llama no lineal; en dicho caso, lo

apropiado para la regresión es una ecuación no lineal. Si no parece haber relación entre las variables, como en la figura 1-c), se dice que no hay relación entre ellas (es decir, están descorrelacionadas). Spiguel (1991).

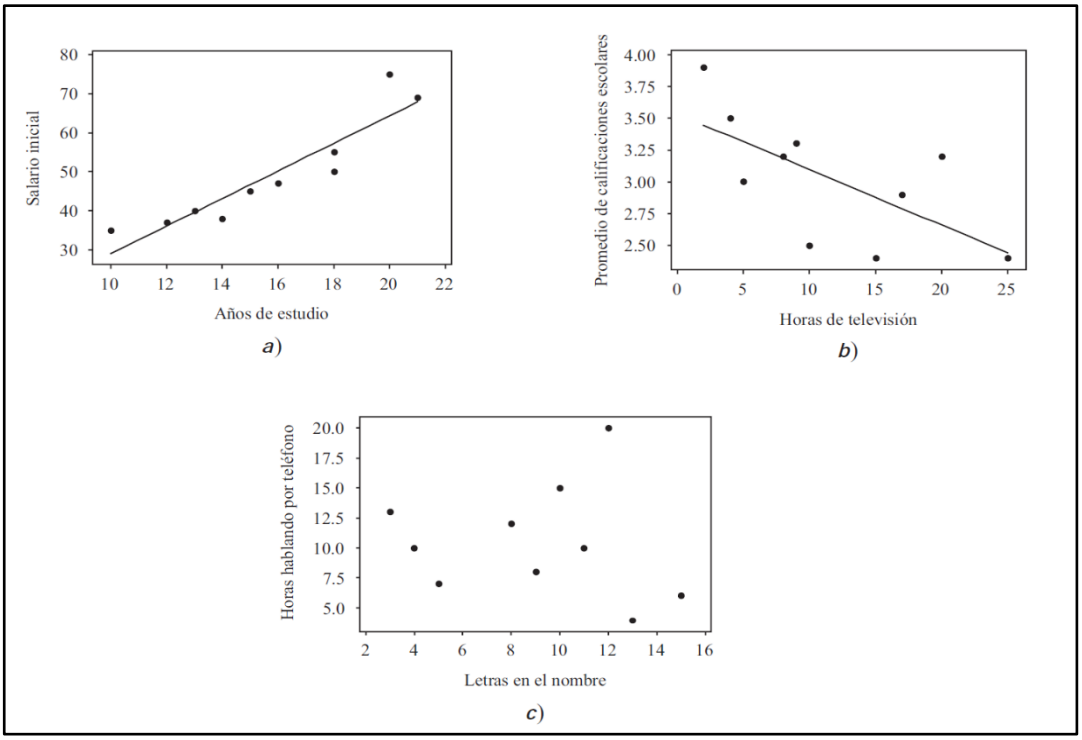


Figura N°01: Ejemplos de correlación positiva, correlación negativa y ninguna correlación. a) El salario inicial y los años de estudio se correlacionan en forma positiva; b) el promedio de las calificaciones escolares y las horas que se pasa viendo la televisión se correlacionan negativamente; c) entre la cantidad de horas que se habla por teléfono y el número de letras que tiene el nombre de una persona no hay correlación.

El coeficiente de correlación se calcula dividiendo la suma de los productos de las desviaciones de cada variante de X e Y, con respecto a sus medias (suma que se denomina covarianza de X e Y), por el producto de las desviaciones estándar de ambas variables. En forma práctica, el coeficiente de correlación de Pearson es:

$$R = \frac{N\sum_{i=1}^{N}(XY) - (\sum_{i=1}^{N}X)(\sum_{i=1}^{N}Y)}{\sqrt{\left[N\sum_{i=1}^{N}X^2 - (\sum_{i=1}^{N}X)^2\right]\left[N\sum_{i=1}^{N}Y^2 - (\sum_{i=1}^{N}Y)^2\right]}}$$

Donde: X es la variable independiente, Y la variable dependiente y N es el número de datos que interviene en el análisis.

E. Coeficiente de determinación (R^2).

Steel y Torrie (1990), el coeficiente de determinación (R^2), es usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo.

Rojo (2007), el coeficiente de determinación (R^2) es un coeficiente construido de manera estadística, el cual mide la bondad de ajuste del modelo, es decir permite cuantificar el grado de ajuste entre las observaciones realizadas y la salida del modelo, su valor oscila entre 0 y 1 (siempre es positivo) y representa el porcentaje de varianza en los datos observados explicado por el modelo. Cuantos menos dispersos sean los residuos, mejor será la bondad del ajuste. Se determina de la siguiente manera:

$$R^2 = \frac{VE}{VT}$$

Donde: VE es la varianza explicada; VT varianza total.

En general, se pueden clasificar los valores de R^2 de la siguiente manera:

- Cuando un ajuste es bueno, R^2 será cercano a uno (mayor será la fuerza de asociación entre ambas variables).
- Cuando un ajuste es malo, R^2 será cercano a cero (la recta no explica nada, no existe asociación entre X e Y.

Tabla N°04: categorías en rangos para el coeficiente de determinación. Rojo (2007).

Menor de 0.3	***0.3 a 0.4***	***0.4 a 0.5***	***0.5 a 0.85***	***Mayor de 0.85***
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente

Martínez, et al. (2009), mencionan que el coeficiente de determinación es el cuadrado del coeficiente de correlación, por lo tanto, si queremos obtener el coeficiente de correlación en R, tendremos que hacer la operación inversa, es decir, la raíz cuadrada.

2.2. Definición de términos

- **Monitoreo**

Es un proceso continuo y sistemático que mide el progreso y los resultados de la ejecución de un conjunto de actividades (proceso) en un período de tiempo, con base en indicadores previamente determinado que garantiza que se logre el resultado. Rodríguez (1999).

- **Partículas en suspensión**

Son una serie de diminutos cuerpos sólidos dispersos en la atmósfera. Son generadas a partir de alguna actividad causada por “el hombre”, o de manera natural. Spiro y Stigliani (1996).

- **Erosión pluvial.**

Es la manifestación de la acción de la lluvia sobre la superficie terrestre. De manera general, erosión es el desgaste de la tierra por fuerzas como el agua, el viento y el hielo. El agua es la principal causa de erosión en la Tierra, siendo una de las fuerzas más poderosas del planeta. Martín (1997).

- **Escorrentía.**

La escorrentía superficial describe el flujo del agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo del agua. A la escorrentía que ocurre en la superficie antes de alcanzar un canal se le llama fuente no puntual. Roa y Kearney (2013).

- **Microcuenca.**

Las microcuencas son unidades geográficas que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Los procesos asociados al recurso agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de

sedimentos, etc., normalmente se analizan sobre esas unidades geográficas. Raymondo (2004).

- **Ecosistema.**

  Es una unidad conformada por un conjunto de seres vivos (bióticos – biocenosis) y no vivos (bióticos – biotopo), que se interrelacionan en un espacio determinado, pueden ser de distintos tamaños e incluso estar uno dentro del otro. Vega y Peters (2003).

- **Bocatoma**

  Son las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir, extraer una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal. Las bocatomas suelen caracterizarse principalmente por el caudal de Captación. Rocha (2003).

2.3. Marco legal

- **Ley N° 29338. Ley de recursos hídricos.**

  La presente ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del estado y los particulares en dicha gestión, la cual se basa en los principios de valoración del agua, prioridad en el acceso del agua, seguridad jurídica, respeto de los recursos del agua por las comunidades campesinas y nativas, sostenibilidad, descentralización, precaución, eficiencia, gestión integrada y tutela jurídica; para lo cual se ha creado el Sistema Nacional De Gestión De Recursos Hídricos, siendo la ANA el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa, la cual está confirmada por: Consejo Directivo, Jefatura, Tribunal de Resolución de Controversias Hídricas, Órganos de Apoyo, Órganos Desconcentrados denominados Autoridades Administrativas del Agua y Administradores Locales del Agua.

  La retribución económica del agua se ha fijado para su uso, así como para su vertimiento, las tarifas han sido fijadas por la utilización de infraestructura hidráulica mayor y menor, por el servicio de monitoreo y por la gestión de las aguas subterráneas. Cabe mencionar que la presente ley derogó el Decreto Ley N° 17752. Ley General de Aguas y el Decreto Supremo 261-69-AP Reglamento de la Ley General de Aguas.

- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.**

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

a) Categoría 1: Poblacional y recreacional.

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

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

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

c) Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

- Subcategoría D1: Riego de vegetales
- Subcategoría D2: Bebida de animales

d) Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

- Subcategoría E1: Lagunas y lagos
- Subcategoría E2: Ríos
  - Ríos de la costa y sierra
  - Ríos de la selva
- Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos
  - Estuarios
  - Marinos

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Características del área de estudio.

La zona de estudio, corresponde a la microcuenca del río Paria, ubicado en la quebrada Cojup, distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Geográficamente la microcuenca el río Paria se localiza entre las:

- **Coordenadas UTM, Zona 18 L:**

  Este: 238326.00; Norte: 8960024.00 y

  Este: 223411.00; Norte: 8945966.00.

- **Altitud:** 3,096 – 4,564 msnm.

La microcuenca del río Paria tiene aproximadamente una extensión de 55 Km2. El río Paria nace en la laguna Palcacocha y recorre una distancia aproximada de 40 km; hasta su confluencia con el río Auqui para dar origen al río Quillcay. El río Paria en épocas normales transporta volúmenes de agua alrededor de 0.4 a 1.5 m³/seg. Silva, R. (2009).

Silva (2009), según la clasificación de W. Köpen la zona de estudio pertenece a un clima frío de alta montaña. Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, la temperatura media anual se establece en torno a los 0 ºC; las precipitaciones son más abundantes en verano (diciembre a marzo) que en

invierno (mayo – agosto). Este es el tipo de clima de alta montaña que predomina en la cordillera andina.

3.1.1. Litología superficial.

Las características de las rocas que aparecen constituyendo una determinada formación geológica, es decir una unidad litostratigráfica, en la superficie de la microcuenca del río Paria. (Anexo N°06: Mapa geológico)

A. Batolito de la cordillera blanca

Anexo N°06, el Batolito de la Cordillera Blanca está comprendido básicamente de granodiorita y tonalita de grano grueso. El tipo de litología que presenta la zona de estudio, da origen a las numerosas escarpas que existe en el circo glaciar del nevado. Se presenta algunos diaclasamientos en diversos sectores, producto del fenómeno de deglaciación intensa, lo que origina desprendimientos de bloques y derrumbes no sólo alrededor de la laguna, sino también a lo largo de la quebrada Cojup. Silva (2009).

B. Formación Chicama

Esta formación se puede encontrar hacia el lado Este de la laguna Palcacocha, su litología está esencialmente compuesta por lutitas gris y oscuras a negras, pizarrosas con intercalaciones delgadas de areniscas. Debido a su litología, origina deslizamientos afectando la zona “Este” de la laguna Palcacocha. Silva, R. (2009).

La lutita está conformada por minerales arcillosos, cuarzo (representa del 20 al 30%; principalmente detrítico), feldespato (la plagioclasa más abundante que el feldespato potásico) y micas. Escobar (2017),

C. Depósitos del cuaternario

Depósitos aluviales

El depósito aluvial se localiza al pie de la laguna Palcacocha, formando un abanico aluvial; está constituido por el arrastre y depositación del material detrítico, así como de gravas subangulosas a subredondeadas que se originaron por numerosos desembalses provenientes de la laguna, uno de estos eventos provocó la ruptura del dique morrénico frontal

ocurrido el 13 de diciembre de 1941, por lo tanto, el material es no consolidado. La composición de este depósito proviene del Batolito de la Cordillera Blanca, así como de la Formación Chicama, el tamaño de grano es variable desde 3 cm, hasta bloques mayores a 1 metro. La pendiente que presenta este depósito aluvial es aproximadamente de 6º. Silva (2009).

Depósitos Morrénicos

Los depósitos morrénicos, tanto los de fondo de valle glaciar como las morrenas colgantes presentes en la zona de estudio, pertenecen a la edad holocena (0.01 M.A.); estos depósitos son producto de la acción y retroceso de los glaciares de los nevados. Las morrenas se caracterizan por ser carentes de estratificación y no ser consolidadas. La composición en las morrenas de fondo de valle glaciar tanto laterales, como frontales, es básicamente granítica, pero guarda una cierta diferencia entre ambas morrenas. La morrena lateral derecha presenta bloques de granito que son angulosos a subredondeados, con diámetros aproximados de 0.5 a 3 metros, envueltos en matriz granítica, mientras que la morrena lateral izquierda está conformada por detritos y bloques también de granito, pero acompañado de pizarras, esto debido a la intrusión del Batotilo de la Cordillera Blanca en la Formación Chicama la cual data del Jurásico Superior (±156 M.A.). Silva (2009).

3.2. Tipo de estudio

Descriptivo – Transversal debido a la metodología usada para explicar el comportamiento de la precipitación en la calidad del agua del río Paria en medida a sus variables, a la vez analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo (enero a junio del 2018).

3.2.1. Población

Aguas de la microcuenca del río Paria, Independencia – Huaraz.

3.2.2. Muestra

Muestras de agua obtenidas en tres (03) puntos de muestreo (Paria Alto, Paria Medio y Paria Bajo) durante los primeros seis meses del año 2018.

3.3. Puntos de monitoreo.

Anexo N°05 (Mapa de monitoreo), se establecieron 03 estaciones de muestreo ubicadas aguas abajo de la de la microcuenca del río Paria, teniendo en cuenta el uso principal de las aguas del río Paria (que es para consumo humano) y la accesibilidad al río. Las estaciones se encuentran ubicadas aguas arribas del puente “Yarush”, una al ingreso de la captación “Yarush” y otra al ingreso de la captación “Paria”.

A. Estación Paria Alto.

Situada, aguas arriba del puente “Yarush”, presenta una corriente moderada, con abundante presencia de vegetación a los márgenes y un sustrato de piedras y gravas. En los flancos del punto de monitorio hay influencia de actividad humana y pastoreo, estas actividades se presentan en menor proporción en comparación con la estación de monitoreo “Paria Medio”. (Anexos N°01, Fotografía N°01).

- Coordenadas UTM: Este: 228320; Norte: 8948177
- Altitud: 3,449 msnm.

B. Estación Paria Medio.

Situada al ingreso de la captación “Yarush”, presenta una corriente moderada, con presencia de vegetación a los márgenes. En el flanco derecho se encuentra ubicado el centro poblado del Yarush, los habitantes de la zona realizan actividades ganaderas, agricultura y crianza animales domésticos. (Anexos N°01, Fotografía N°05)

- Coordenadas UTM: Este: 226957; Norte: 8947069
- Altitud: 3,320 msnm.

C. Estación Paria Bajo.

Situada al ingreso de la captación “Paria”, presenta una corriente moderada, con reducida vegetación a los márgenes. Aledaña a esta estación se encuentra asentado el centro poblado de Unchus, en comparación con el centro poblado de Yarush, esta localidad presenta mayor confluencia de habitantes. (Anexos N° 01, Fotografía N° 10)

- Coordenadas UTM: Este: 226243; Norte: 8946710
- Altitud: 3,260 msnm.

3.4. Muestras

La toma de muestras se realizó en 03 estaciones que se encuentran en los puntos de monitoreo del río Paria, entre los meses de enero a junio del 2018. Esta toma representa las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua que permitió conocer su composición mediante el análisis de laboratorio.

3.4.1. Procedimientos

La toma y traslado de muestras fue realizada en las estaciones de acuerdo a la caracterización y a la profundidad establecida en el protocolo. ANA, (2016).

A. Antes del monitoreo

- Planificación del monitoreo: Se estableció estaciones de monitoreo de manera preliminar y en gabinete.
- Establecimiento de la red de monitoreo: Se fijaron las estaciones de monitoreo que se encuentran en la microcuenca del río Paria.
- Codificación de las estaciones de monitoreo: Se denominaron como; “Paria Alto”, “Paria Medio” y “Paria Bajo”
- Frecuencia de monitoreo: Durante los primeros 06 meses del año 2018.
- Parámetros recomendables a analizar: Los parámetros tomados en cuenta, fueron de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental

(ECAs) para Agua, Categoría 01: Poblacional y recreacional; Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, sin embargo, no se tomaron en cuenta algunos parámetros de la normativa por los antecedentes existentes.

- Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección.

B. Durante el monitoreo

- Reconocimiento del entorno: Se identificaron las características atípicas de las estaciones de monitoreo.

- Georreferenciación de las estaciones de monitoreo: Se tomó las coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo, utilizando un equipo GPS.

- Toma de muestras: Se procedió mediante el uso de botas de jebe y guates descartables, ubicándome donde la corriente sea homogénea y evitando aguas estancadas y poco profundas, las muestras se tomaron distintamente de acuerdo al parámetro de análisis y el protocolo nacional de monitoreo de la ANA para aguas superficiales.

- Preservación: Se adiciona preservantes para los parámetros requeridos, se homogeniza y se preserva la muestra.

- Llenado de la cadena de custodia. Características de la toma de muestra (Código, fecha y hora, etc.)

- Transporte de las muestras.

- Entrega de las muestras al laboratorio: Las muestras de agua recolectadas en las estaciones de muestreo, fueron enviadas el mismo día al laboratorio de calidad ambiental de Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM).

C. Después del monitoreo

- Análisis de muestras por el laboratorio

- Recepción del informe técnico con los resultados de los parámetros analizados.

Tabla N°05: Parámetros evaluados para la determinación de los ECAs.

PARAMETROS EVALUADOS	*PARAMETROS*	*UNIDAD DE MEDIDA*	*MÉTODO DE ENSAYO*
FÍSICO-QUÍMICOS	Conductividad eléctrica	µS.cm	APHA 2510 B-Versión 2012
	pH	unid. de pH	APHA 4500-H+ B-Versión 2012
	Temperatura	°C	APHA 2550 B
	Turbiedad	UNT	APHA 2130 B
METALES TOTALES	Hierro total	mg/L	Triazina
	Plomo total	mg/L	PAR
NUTRIENTES	Nitratos	mg/L	Nitrospectral
	Nitritos	mg/L	Reacción Griess
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	Oxidación ácida cromosulfúrico
	Oxígeno Disuelto	mg/L	APHA 4500-O G
CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B

3.4.2. Análisis de la precipitación en la zona de estudio.

La precipitación mensual correspondiente de los meses de enero a junio del 2018, se adquirió del *centro de investigación ambiental para el desarrollo (CIAD) – UNASAM*, (Estación Meteorológica–Shancayan).

3.4.3. Procesamiento para la determinación del índice de calidad del agua.

Luego de obtener los resultados de laboratorio y una vez analizado la muestra de agua se contrastó los resultados obtenidos con el ECAs – Agua; para luego calcular el índice de calidad del agua:

Para la determinación del índice de calidad de agua se aplicó la fórmula canadiense (CCME_WQI., 2001), que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único

(entre 0 y 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca.

La definición y determinación de estos tres factores se describen a continuación:

F1- Alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros evaluados.

$$F1 = \frac{Número\ de\ parámetros\ que\ no\ cumplen\ el\ ECA}{Número\ total\ de\ parámetros\ a\ evaluar}$$

F2- Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros evaluados.

$$F2 = \frac{Número\ de\ parámetros\ que\ no\ cumplen\ el\ ECA\ de\ los\ datos\ evaluados}{Número\ total\ de\ datos\ evaluados}$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

F3- Amplitud: 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.

$$F3 = \left(\frac{Suma\ normalizada\ de\ Excedentes}{Suma\ normalizada\ de\ Excedentes + 1}\right) * 100$$

En donde, la *Suma Normalizada de Excedentes* (*nse*):

$$nse = Suma\ normalizada\ de\ Excedentes = \frac{\sum_{i=1}^{n} Excedente_i}{Total\ de\ datos}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA- Agua.

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

$$Exedente_i = \left(\frac{Valor\ del\ parámetro\ que\ no\ cumple\ el\ ECA}{Valor\ establecido\ del\ parámetro\ en\ el\ ECA}\right) - 1$$

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA- Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (> 4), pH (>6.5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$Exedente_i = \left(\frac{Valor\ establecido\ del\ parámetro\ en\ el\ ECA}{Valor\ del\ parámetro\ que\ no\ cumple\ el\ ECA}\right) - 1$$

Una vez obtenido los valores de los factores (F1, F2, y F3) se procede a realizar el **cálculo del índice de calidad de agua**: que es la diferencia de un rango de 0 a 100, siendo 100 el valor que representa un ICA de excelente calidad y 0 el valor que representa un ICA de mala calidad, la diferencia se realiza con el valor que viene dado por la raíz cuadrada del promedio de la suma de cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3, se expresa en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{CCME_{WQI}} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}\right)$$

A. Interpretación de la calificación del índice de la calidad del agua.

ANA, (2018), el tipo de calificación cualitativa viene asociada a una escala cromática (cada calificación tendrá un color), el cual tiene por propósito facilitar la comunicación del estado de calidad del agua.

Este indicador de calidad del agua, aplicado durante un periodo de tiempo evalúa la incidencia de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que son considerados, y que mediante una herramienta matemática nos permite transformar grandes cantidades de datos (concentraciones de los parámetros en estudio) a una escala de medición única, expresado en porcentaje. Siendo un valor ICA cercano a 0%, el cual representa la alta afectación que existe en la calidad del agua de ese punto

de monitoreo, en tanto que presente excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100%.

Tabla N°06: Interpretación de la Calificación ICA.

CCME_WQI	Calificación	Interpretación
95 – 100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80 – 94	Buena	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.
65 – 79	Favorable	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.
45 – 64	Regular	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Mucho de los usos necesitan tratamiento.
0 – 44	Mala	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

3.4.4. Análisis estadístico de la información.

Se realizó la regresión simple (lineal, logarítmica o polinómica) cuyo coeficiente de determinación fue el más cercano a 1 (R^2 más cercano a 1).

Luego se graficaron las regresiones simples (Índice de calidad de agua ***"Y"*** en función de la Precipitación ***"X"***) pertenecientes a cada punto de

monitoreo (Paria Alto, Paria Medio, Paria Bajo). Por último, se describirá e interpretará cada una de las gráficas resultantes.

Tabla N°07: Tipos de regresiones simples aplicadas a las 2 variables

INSUMOS PARA REGRESIONES SIMPLES (RS)	***CÓDIGO DE VARIABLES***	***TIPO DE REGRESIÓN SIMPLE*** *RELACIÓN RESULTANTE*	***RELACIÓN RESULTANTE***
Índice de Calidad de Agua ***(ICA)*** *en función a la* ***Precipitación*** *(mm) mensual*	Y X	Lineal	Y = a(X)+b
		Logarítmica	Y = aLn(X)+b
		Polinomial	Y = a(X)2+b(X)+c

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Cálculo del índice de calidad de agua del río Paria.

4.1.1. Contrastación de los resultados de laboratorio con los ECAs – Agua.

Luego de obtener los resultados de laboratorio (Anexo N°03) se procedió a contrastar los resultados obtenidos con los ECAs – Agua. En las tablas Nº08, 09, 10, 11, 12 y 13 se muestran los resultados de los monitoreos de enero a junio del 2018.

Los valores de color azul representan los estándares de calidad ambiental para agua que están estipulados en el D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1., y los de color rojo son los valores que superaron los valores de los estándares de calidad ambiental para agua, los mismos que nos permitirán determinar el índice de calidad de agua.

Tabla N°08: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de enero 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS - ENERO			Objetivos: ECA de agua *
		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
Conductividad	**µS.cm-1**	55.3	55.6	56.4	**1500**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. pH	7.13	7.1	7.12	**6.5 - 8.5**
Temperatura	°C	18	18	18	**Δ 3**
Turbiedad	UNT	1.58	1.45	1.49	**5**
METALES TOTALES					
Hierro total	mg/l Fe	0.155	0.354	**0.855**	**0.3**
Plomo total	mg/l Pb	< 0.010	< 0.010	< 0.010	**0.01**

ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
Nitratos	mg/l NO3-	< 1.0	< 1.0	< 1.0	**50**
Nitritos	mg/l NO2-	0.011	0.015	0.019	**3**
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO					
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	**< 25**	**< 25**	**< 25**	**10**
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.66	8.93	9.01	**≥ 6**
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
Coliformes totales	UFC/ml	9	**660**	**276**	**50**

* D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1.

Tabla N°09: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de febrero 2018, correspondiente a los sectores alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS - FEBRERO			Objetivos: ECA de agua *
		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
Conductividad	**µS.cm-1**	61.3	60	60.7	**1500**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. pH	6.98	7.02	7.17	**6.5 - 8.5**
Temperatura	°C	19	19	19	**Δ 3**
Turbiedad	UNT	1.63	2.01	1.86	**5**
METALES TOTALES					
Hierro total	mg/l Fe	**0.68**	**0.46**	**0.81**	**0.3**
Plomo total	mg/l Pb	< 0.010	< 0.010	< 0.010	**0.01**
ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
Nitratos	mg/l NO3-	< 1.0	< 1.0	< 1.0	**50**
Nitritos	mg/l NO2-	< 0.007	< 0.007	< 0.007	**3**
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO					
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	**< 25**	**< 25**	**< 25**	**10**
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.87	8.16	7.67	**≥ 6**
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
Coliformes totales	UFC/ml	**450**	**660**	**900**	**50**

* D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1.

Tabla N°10: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de marzo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS - MARZO			Objetivos: ECA de agua *
		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					

Conductividad	**µS.cm-1**	52.1	58.5	55.8	**1500**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. pH	7.62	7.79	7.38	**6.5 - 8.5**
Temperatura	°C	14.3	15.2	14.7	**Δ 3**
Turbiedad	UNT	2.82	3.72	4.4	**5**
METALES TOTALES					
Hierro total	mg/l Fe	**0.368**	0.206	**0.541**	**0.3**
Plomo total	mg/l Pb	< 0.010	< 0.010	< 0.010	**0.01**
ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
Nitratos	mg/l NO3-	< 1.0	< 1.0	< 1.0	**50**
Nitritos	mg/l NO2-	< 0.007	< 0.007	< 0.007	**3**
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO					
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	**< 25**	**29**	**32**	**10**
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.46	6.53	6.52	**≥ 6**
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
Coliformes totales	UFC/ml	9	**1260**	**2760**	**50**

* D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1.

Tabla N°11: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de abril 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

PARÁMETRO	**UNIDAD DE MEDIDA**	**RESULTADOS - ABRIL**			**Objetivos: ECA de agua ***
		PARIA ALTO	**PARIA MEDIO**	**PARIA BAJO**	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
Conductividad	**µS.cm-1**	54.7	54.9	54.6	**1500**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. pH	6.94	6.69	6.59	**6.5 - 8.5**
Temperatura	°C	18.4	18.5	18.3	**Δ 3**
Turbiedad	UNT	1.22	1.35	1.31	**5**
METALES TOTALES					
Hierro total	mg/l Fe	**1.25**	**0.98**	**1.02**	**0.3**
Plomo total	mg/l Pb	< 0.010	< 0.010	< 0.010	**0.01**
ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
Nitratos	mg/l NO3-	< 1.0	< 1.0	< 1.0	**50**
Nitritos	mg/l NO2-	< 0.007	< 0.007	< 0.007	**3**
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO					
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	**< 25**	**< 25**	**< 25**	**10**
Oxígeno Disuelto	mg/l	**5.98**	6.02	**5.86**	**≥ 6**
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
Coliformes totales	UFC/ml	**56**	**450**	**6600**	**50**

* D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1.

Tabla N°12: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de mayo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS - MAYO			Objetivos: ECA de agua *
		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
Conductividad	**µS.cm-1**	57.5	57.2	59.4	**1500**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. pH	7.18	7.23	7.24	**6.5 - 8.5**
Temperatura	°C	19.5	19.3	18.8	**Δ 3**
Turbiedad	UNT	1.71	2.45	2.47	**5**
METALES TOTALES					
Hierro total	mg/l Fe	0.022	0.037	0.05	**0.3**
Plomo total	mg/l Pb	< 0.010	< 0.010	< 0.010	**0.01**
ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
Nitratos	mg/l NO3-	< 1.0	< 1.0	< 1.0	**50**
Nitritos	mg/l NO2-	< 0.007	< 0.007	< 0.007	**3**
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO					
Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	**< 25**	**< 25**	**< 25**	**10**
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.01	7.02	7.03	**≥ 6**
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
Coliformes totales	UFC/ml	45	**6600**	< 1	**50**

* D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1.

Tabla N°13: Resultados de los parámetros en estudio para el mes de junio 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS - JUNIO			Objetivos: ECA de agua *
		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
Conductividad	**µS.cm-1**	69.6	67.9	71.2	**1500**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. pH	8.24	7.48	7.29	**6.5 - 8.5**
Temperatura	°C	18.5	18.6	18.8	**Δ 3**
Turbiedad	UNT	1.25	2.92	2.73	**5**
METALES TOTALES					
Hierro total	mg/l Fe	0.05	0.03	0.023	**0.3**
Plomo total	mg/l Pb	< 0.010	< 0.010	< 0.010	**0.01**
ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
Nitratos	mg/l NO3-	< 1.0	< 1.0	< 1.0	**50**
Nitritos	mg/l NO2-	< 0.007	< 0.007	< 0.007	**3**
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO					

Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	< 25	< 25	< 25	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.04	7.01	7.05	≥ 6
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
Coliformes totales	UFC/ml	90	14400	2760	50

* D.S. N° 004-2017 MINAM, Categoría 1: Subcategoría A; A1.

4.1.2. Determinación del índice de calidad de agua (ICA).

En las tablas N°14, 15, 16, 17, 18 y 19 se presentan los resultados de los ICAs de las tres estaciones de muestreo del río Paria, se obtuvo a partir del proceso empleado para la determinación del índice de calidad de agua, se aplicó la fórmula canadiense, que comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo.

Tabla N°14: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de enero 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

DATOS	**MES - ENERO**		**PARIA ALTO**	**PARIA MEDIO**	**PARIA BAJO**
	Numero de parámetros que no cumplen		1	2	3
	N° total de parámetros por punto.		11	11	11
FI			0.1	0.2	0.3
F2			0.1	0.2	0.3
Excedente respecto al valor ECA	Hierro total	mg/L			1.85
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1.5	1.5	1.5
	Coliformes totales	UFC/ml		12.2	4.52
nse = Sumatoria de Ex/N total de datos			0.2	1.4	0.8
F3			13.0	57.8	44.0
ICA (CCME_WQI)			**92** EXCELENTE	**67** FAVORABLE	**75** FAVORABLE

Tabla N°15: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de febrero 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

DATOS	MES - FEBRERO		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO
	Numero de parámetros que no cumplen		3	3	3
	N° total de parámetros por punto.		11	11	11
FI			0.3	0.3	0.3
F2			0.3	0.3	0.3
Excedente respecto al valor ECA	Hierro total	mg/L	1.27	0.53	1.70
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1.50	1.50	1.50
	Coliformes totales	UFC/ml	8.00	12.20	17.00
nse = Sumatoria de Ex/N total de datos			1.1	1.4	2.0
F3			51.8	58.7	66.9
ICA (CCME_WQI)			**70**	**66**	**61**
			FAVORABLE	FAVORABLE	REGULAR

Tabla N°16 Resultados del índice de calidad de agua para el mes de marzo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

DATOS	MES - MARZO		PARIA ALTO	PARIA MEDIO	PARIA BAJO
	Numero de parámetros que no cumplen		2	2	3
	N° total de parámetros por punto.		11	11	11
FI			0.2	0.2	0.3
F2			0.2	0.2	0.3
Excedente respecto al valor ECA	Hierro total	mg/L	0.23		0.80
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1.50	1.90	2.20
	Coliformes totales	UFC/ml		24.20	54.20
nse = Sumatoria de Ex/N total de datos			0.2	2.6	5.7
F3			14.7	72.3	85.1
ICA (CCME_WQI)			**91**	**58**	**51**
			BUENA	REGULAR	REGULAR

Tabla N°17: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de abril 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

DATOS	**MES - ABRIL**		**PARIA ALTO**	**PARIA MEDIO**	**PARIA BAJO**
	Numero de parámetros que no cumplen		4	3	4
	N° total de parámetros por punto.		11	11	11
FI			0.4	0.3	0.4
F2			0.4	0.3	0.4
Excedente respecto al valor ECA	Hierro total	mg/L	3.2	2.3	2.4
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1.5	1.5	1.5
	Oxígeno Disuelto	mg/L	0.0		0.0
	Coliformes totales	UFC/ml	0.1	8.0	131.0
nse = Sumatoria de Ex/N total de datos			0.5	1.2	13.5
F3			32.4	54.1	93.1
ICA (CCME_WQI)			**81**	**69**	**46**
			BUENA	**FAVORABLE**	**REGULAR**

Tabla N°18: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de mayo 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

DATOS	**MES - MAYO**		**PARIA ALTO**	**PARIA MEDIO**	**PARIA BAJO**
	Numero de parámetros que no cumplen		1	2	1
	N° total de parámetros por punto.		11	11	11
FI			0.1	0.2	0.1
F2			0.1	0.2	0.1
Excedente respecto al valor ECA	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1.5	1.5	1.5
	Coliformes totales	UFC/ml		131.0	
nse = Sumatoria de Ex/N total de datos			0.2	13.3	0.2
F3			13.0	93.0	13.0
ICA (CCME_WQI)			**92**	**46**	**92**
			EXCELENTE	**REGULAR**	**EXCELENTE**

Tabla N°19: Resultados del índice de calidad de agua para el mes de junio 2018, correspondiente a los sectores: alto, medio y bajo de los puntos de muestreo del río Paria.

DATOS	**MES - JUNIO**		**PARIA ALTO**	**PARIA MEDIO**	**PARIA BAJO**
	Numero de parámetros que no cumplen		2	2	2
	N° total de parámetros por punto.		11	11	11
FI			0.2	0.2	0.2
F2			0.2	0.2	0.2
Excedente respecto al valor ECA	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1.5	1.5	1.5
	Coliformes totales	UFC/ml	0.8	287.0	54.2
nse = Sumatoria de Ex/N total de datos			0.2	28.9	5.6
F3			18.7	96.6	84.8
ICA (CCME_WQI)			**89**	**44**	**51**
			EXCELENTE	**MALA**	**REGULAR**

Tabla N°20: Resumen de resultados de los índices de calidad de agua de las estaciones de muestreo del río Paria.

	ICA (CCME_WQI)		
MESES	**PARIA ALTO**	**PARIA MEDIO**	**PARIA BAJO**
ENERO	**92**	**67**	**75**
FEBRERO	**70**	**66**	**61**
MARZO	**91**	**58**	**51**
ABRIL	**81**	**69**	**46**
MAYO	**92**	**46**	**92**
JUNIO	**89**	**44**	**51**

Nota: Los colores de la tabla se basan a la interpretación de la calificación ICA (Tabla N°06).

4.2. Resultados de la precipitación mensual (enero – junio 2018).

Los resultados de la precipitación fueron proporcionados por el centro de investigación ambiental para el desarrollo (CIAD) – UNASAM, Estación Meteorológica–Shancayan, perteneciente a la microcuenca del río Paria – distrito de Independencia, Huaraz – Ancash (Anexo N°04).

Tabla N°21: Resultados la precipitación mensual perteneciente a la microcuenca del río Paria de enero a junio del 2018.

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)						
Día	**AÑO 2018**					
	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**
1	0.0	9.0	7.5	0.0	0.0	0.0
2	0.0	4.6	5.5	0.3	0.0	0.0
3	0.0	0.0	2.8	2.2	0.0	0.1
4	0.2	0.0	1.9	2.2	0.0	0.4
5	1.9	0.0	0.5	10.3	8.3	0.0
6	19.4	0.7	14.4	6.5	8.7	0.0
7	3.0	2.5	3.9	9.1	4.9	0.0
8	3.4	9.5	0.6	9.9	1.6	0.0
9	2.0	0.2	10.0	3.5	1.6	0.0
10	6.1	0.6	0.2	6.6	1.7	0.0
11	2.6	0.0	0.5	22.8	3.4	0.0
12	6.5	7.9	5.2	14.1	6.3	0.0
13	10.6	3.3	16.6	3.1	15.5	0.0
14	3.2	8.2	3.5	0.0	0.0	0.0
15	8.4	7.4	2.5	0.0	0.0	0.0
16	1.1	2.4	0.5	0.0	1.9	0.0
17	8.7	0.1	1.1	0.0	3.7	0.0
18	12.1	5.4	4.7	0.0	0.8	0.0
19	0.1	2.3	1.3	0.0	0.3	0.0
20	0.0	0.0	1.1	3.3	3.8	0.0
21	0.2	0.0	0.2	7.0	1.9	0.0
22	8.1	0.0	10.1	3.7	8.5	0.0
23	0.9	0.0	21.5	0.0	0.4	0.0
24	1.4	0.0	4.8	10.0	0.0	0.0
25	2.6	0.9	11.0	2.3	0.0	0.0
26	9.9	2.7	10.4	0.6	0.0	0.0
27	0.6	3.9	10.6	0.1	0.0	0.0
28	0.0	5.6	0.5	0.0	0.0	0.0
29	0.9	*	6.5	0.0	0.4	0.0
30	0.5	*	13.8	1.6	0.0	0.0
31	1.8	*	1.5	*	0.0	*
Precip. Mensual	**116.0**	**77.2**	**175.3**	**119.3**	**73.5**	**0.5**

***** *El mes no presenta días.; Los valores 0.0 indican que no hubo lluvia.*

4.3. Determinación del nivel de correlación del ICA con la precipitación

Una vez obtenido los valores del índice de calidad de agua (ICA) y los valores de la precipitación mensual se determinará el grado de correlación mediante la regresión simple lineal, logarítmica y polinomial, entre ambas variables (el ICA en función a la precipitación); estos análisis se desarrollarán para los tres puntos de monitoreo (Paria alto, Paria medio y Paria Bajo) mediante el software IBM SPSS Statistics 25.

Tabla N°22: Resultados globales de la precipitación mensual y el índice de calidad de agua (ICA).

Meses del año 2018	*Precipitación mensual (mm)*	*Índice de calidad de agua (CCME_WQI)*		
		Paria Alto	Paria Medio	Paria Bajo
Enero	116.0	92.5	66.6	74.6
Febrero	77.2	70.1	66.1	61.4
Marzo	175.3	91.5	58.3	50.9
Abril	119.3	81.3	68.8	46.2
Mayo	73.5	92.5	46.3	92.5
Junio	0.5	89.2	44.2	51.1

4.3.1. Regresión simple lineal

A. Paria alto

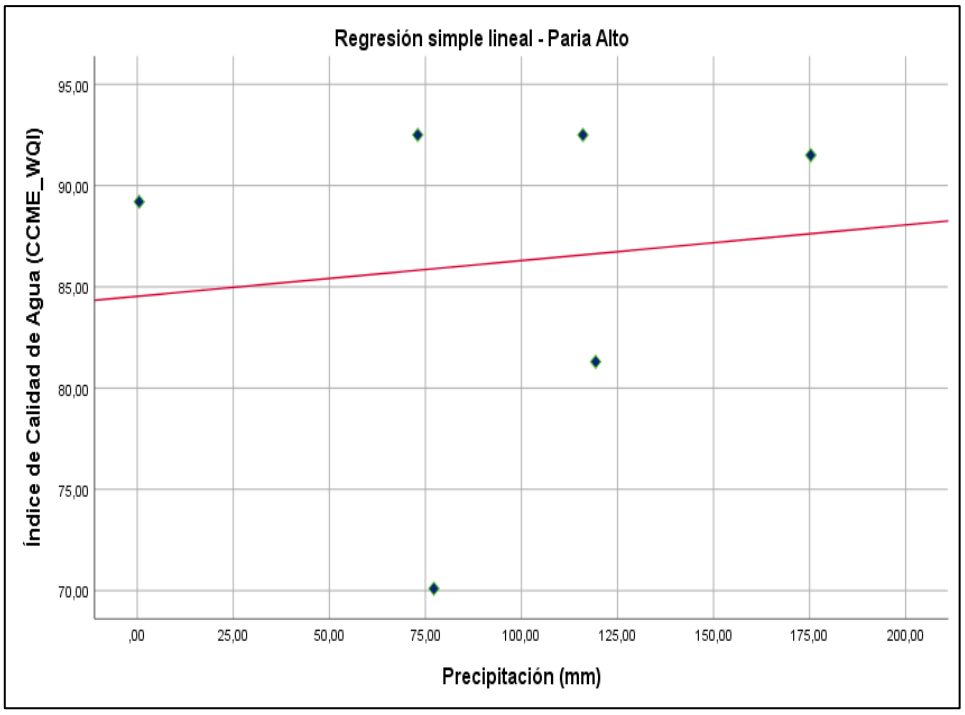


Figura N°02: Regresión simple lineal entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Alto"*.

Ecuación personalizada: $y = 0.018x + 84.534$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.013$
Coeficiente de correlación: $R = 0.114$

B. Paria medio

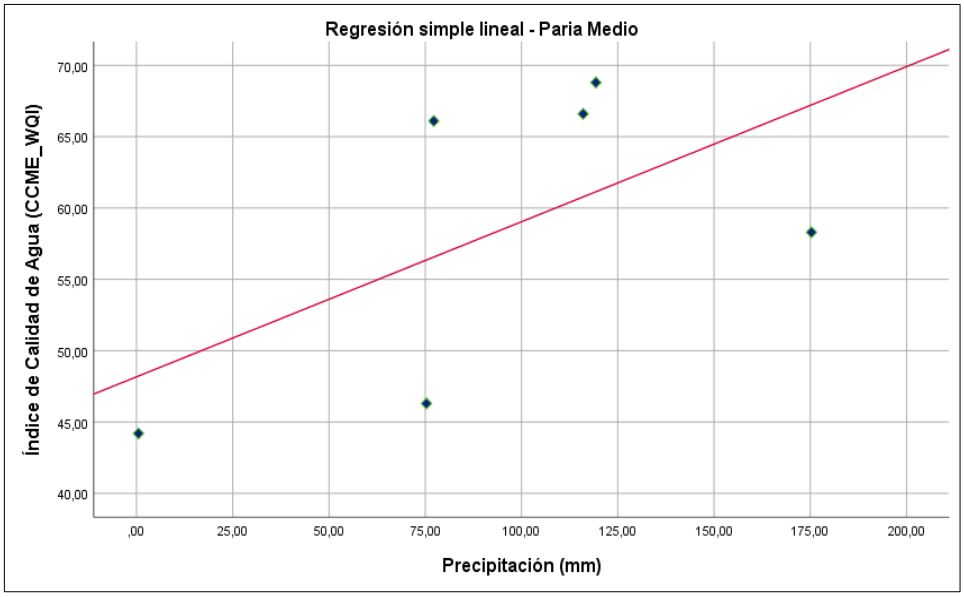


Figura N° 03: Regresión simple lineal entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Medio".*

Ecuación personalizada: $y = 0.109x + 48.171$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.347$
Coeficiente de correlación: $R = 0.589$

C. Paria Bajo

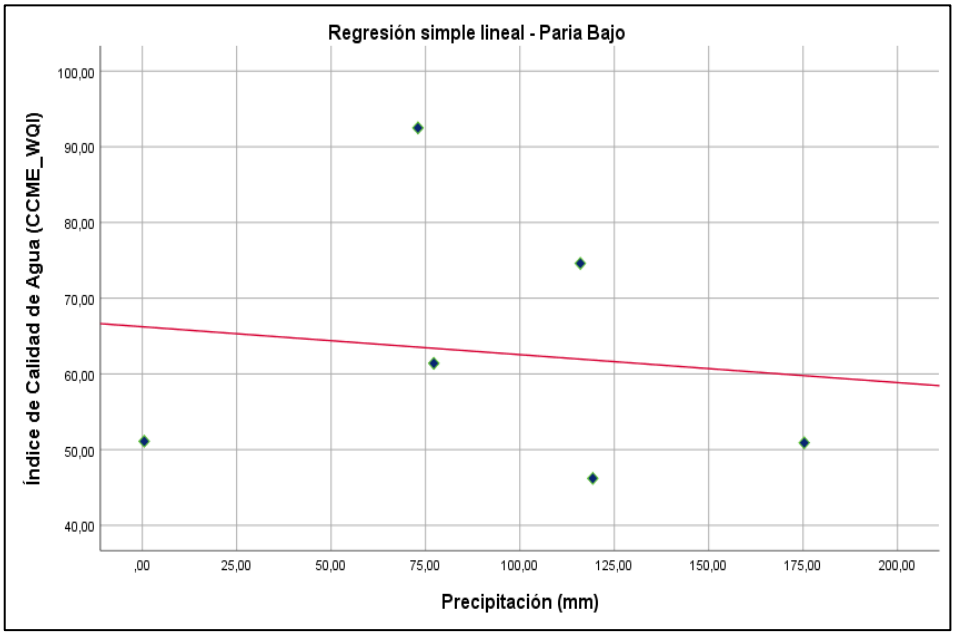


Figura N° 04: Regresión simple lineal entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Bajo".*

Ecuación personalizada: $y = -0.037x + 66.233$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.015$
Coeficiente de correlación: $R = 0.123$

4.3.2. Regresión simple logarítmica

A. Paria alto

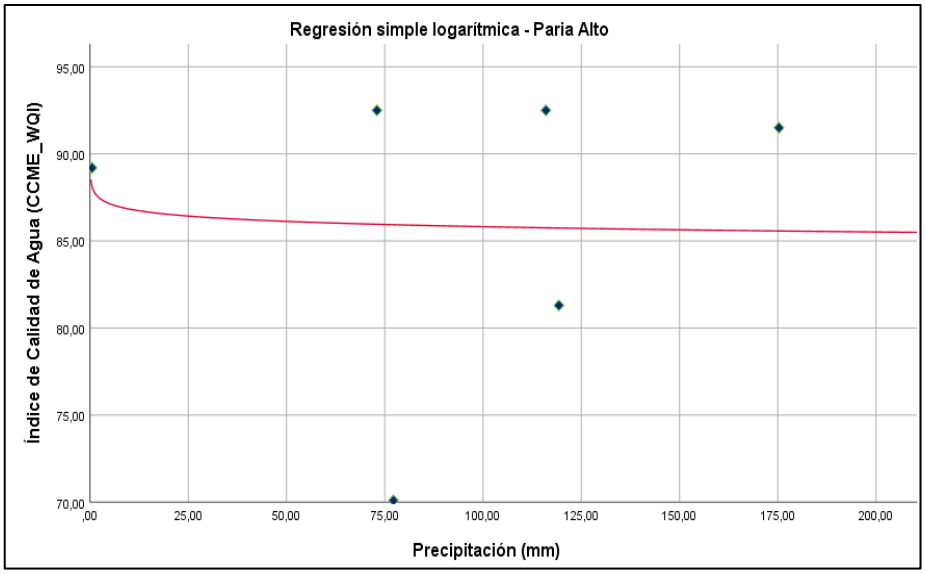


Figura N° 05: Regresión simple logarítmica entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Alto"*.

Ecuación personalizada: $y = -0.439\ln(x) + 87.842$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.012$
Coeficiente de correlación: $R = 0.110$

B. Paria medio

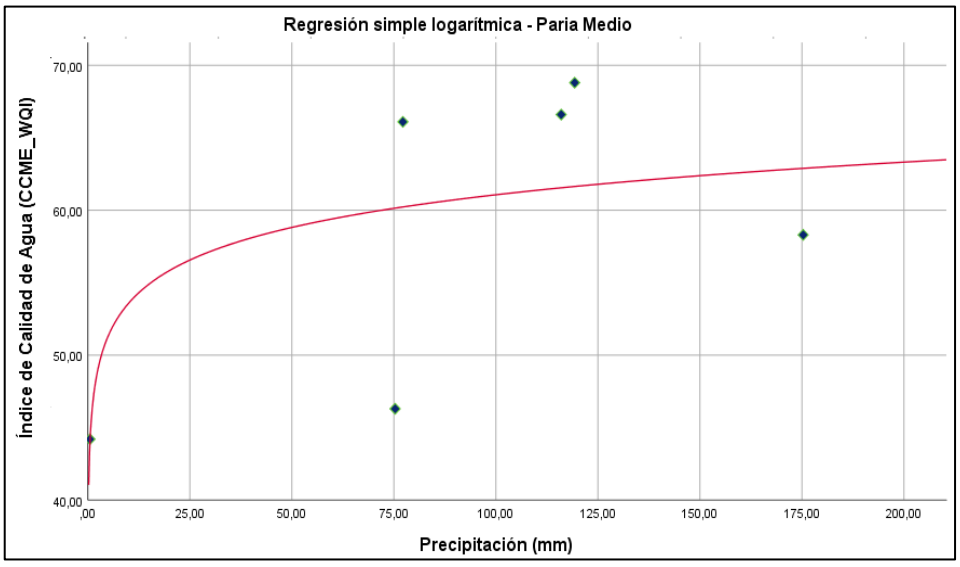


Figura N° 06: Regresión simple logarítmica entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Medio"*.

Ecuación personalizada: $y = 3.249\ln(x) + 46.104$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.444$
Coeficiente de correlación: $R = 0.666$

C. Paria Bajo

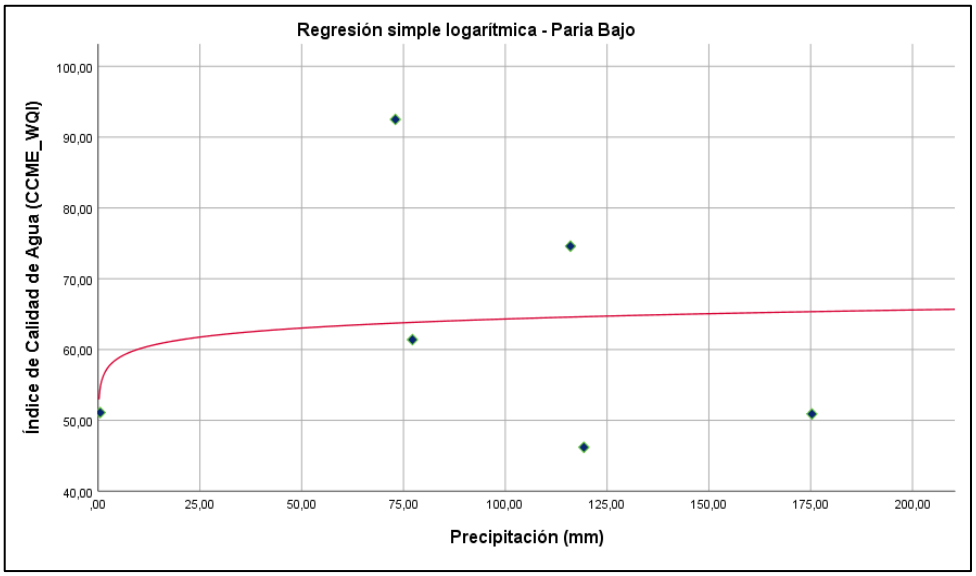


Figura N° 07: Regresión simple logarítmica entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Bajo".*

Ecuación personalizada: $y = 1.842\ln(x) + 55.831$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.053$
Coeficiente de correlación: $R = 0.230$

4.3.3. Regresión simple polinómica

A. Paria alto

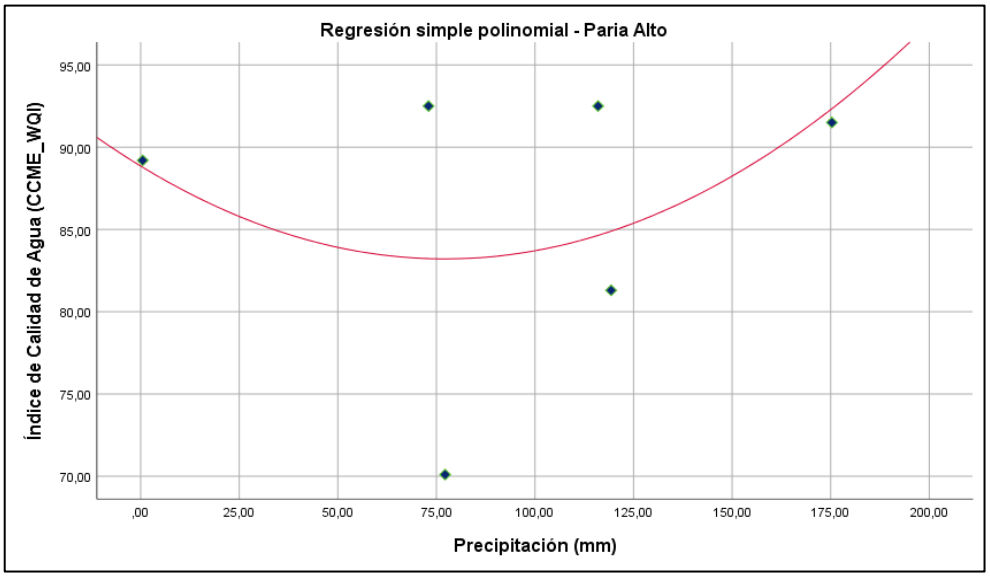


Figura N° 08: Regresión simple polinomial entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado "Paria Alto".

Ecuación personalizada: y=0.001x^2−0.146x+88.854
Coeficiente de determinación: R^2=0.166
Coeficiente de correlación: R=0.407

B. Paria medio

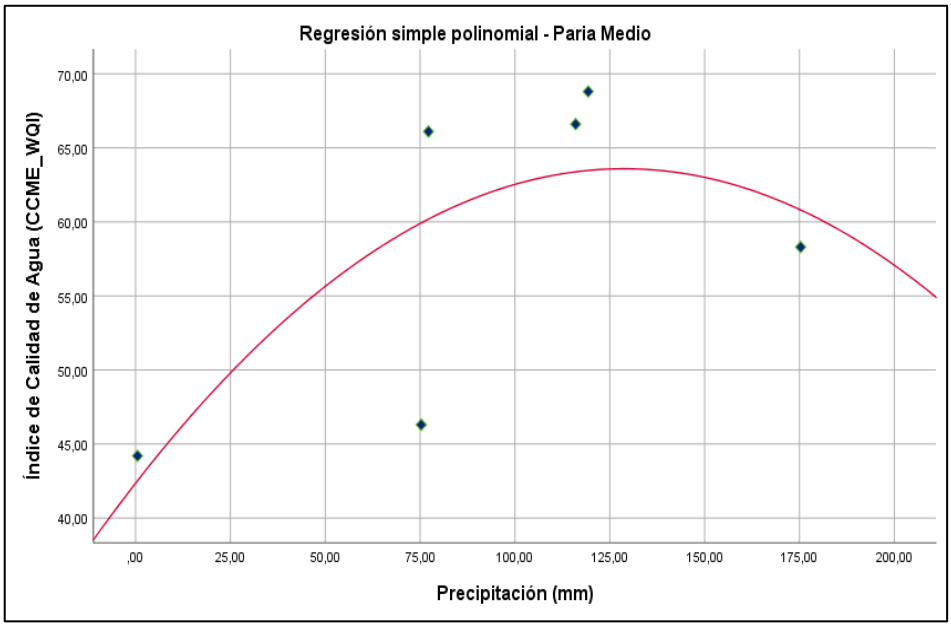


Figura N° 09: Regresión simple polinomial entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado "Paria Medio".

Ecuación personalizada: y=−0.001x^2+0.330x+42.353
Coeficiente de determinación: R^2=0.734
Coeficiente de correlación: R=0.857

C. Paria Bajo

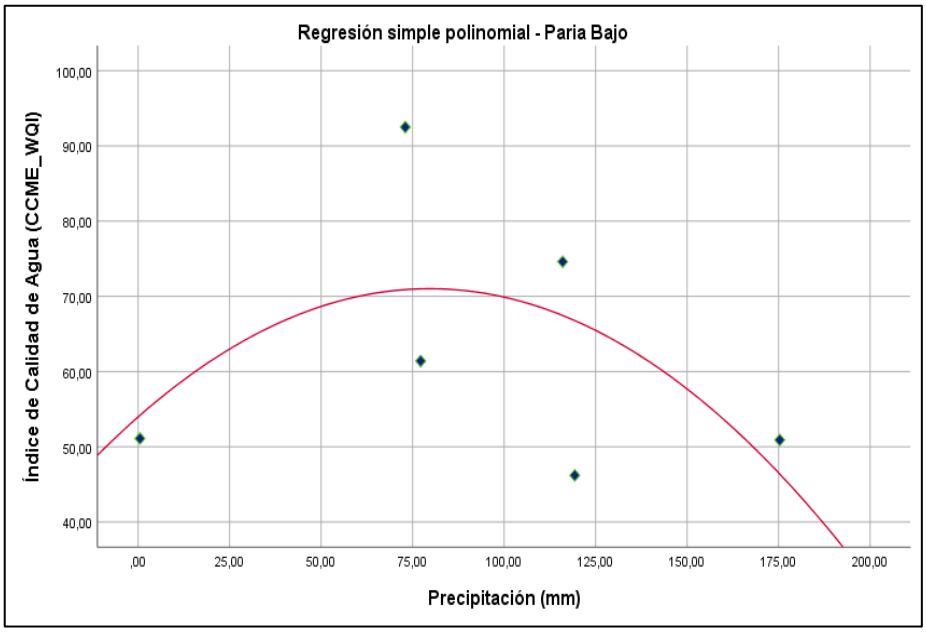


Figura N° 10: Regresión simple polinomial entre el índice de calidad de agua y la precipitación para el punto de monitoreo denominado *"Paria Bajo"*.

Ecuación personalizada: $y = -0.003x^2 + 0.428x + 53.971$
Coeficiente de determinación: $R^2 = 0.326$
Coeficiente de correlación: $R = 0.571$

Tabla N°23: Resumen de resultados de regresiones simples

ESTACIÓN DE MONITOREO	***VARIABLES***	***TIPO DE RS****	***ECUACIÓN RESULTANTE***	***COEFICIENTE***	
				DETER.	**CORR.**
PARIA ALTO	Precipitación mensual (x) vs ICA (y)	Lineal	y=0.018x+84.534	R^2 = 0.013	R=0.114
		Logarítmica	y=-0.439ln(x)+87.842	R^2 = 0.012	R=0.110
		Polinómica	y=0.001x^2-0.146x+88.854	R^2 = 0.166	R=0.407
PARIA MEDIO	Precipitación mensual (x) vs ICA (y)	Lineal	y=0.109x+48.171	R^2 =0.347	R=0.589
		Logarítmica	y=3.249ln(x)+46.104	R^2 = 0.444	R=0.666
		Polinómica	y=-0.001x^2+0.330x+42.353	R^2 = 0.734	R=0.857
PARIA BAJO	Precipitación mensual (x) vs ICA (y)	Lineal	y=-0.037x+66.233	R^2 =0.015	R=0.123
		Logarítmica	y=1.842ln(x)+55.831	R^2 =0.053	R=0.230
		Polinómica	y=-0.003x^2+0.428x+53.971	R^2 = 0.326	R=0.571

**RS: Regresión simple.*

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Calidad del agua

5.1.1. Parámetros fisicoquímicos.

En los monitoreos realizados en las tres estaciones durante el periodo enero – junio del 2018, los parámetros evaluados fueron conductividad, pH, temperatura y turbiedad. Se evidenció que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) –Agua, Categoría 1, Subcategoría A, A1. D.S. 004-2017-MINAM.

Amado et al. (2006) mencionan que el pH del agua se debe al equilibrio carbónico, composición de minerales (aspecto litológico) y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos, sin embargo, en este trabajo de investigación la litología (está comprendido básicamente de granodiorita y tonalita de grano grueso – Anexo N°06) proporciona valores ligeramente alcalinos, por ende, el pH presenta valores de hasta de 8.24. Es notorio que no hay una mínima variación de valores en las estaciones de muestreo, se resalta que la evaluación se realizó en época de lluvia, conforme desciende el agua hay erosión del suelo y con ello a su vez incrementa el ligeramente valor de la turbiedad, pero cuyos resultados se encontraron dentro de los valores de los ECAs – Agua; lo que hace referencia, que los parámetros presentes en este análisis, no alteran la calidad del agua.

La conductividad eléctrica se encuentra por debajo de los valores establecidos en los ECAs; por lo tanto, el agua del río Paria no presenta impurezas que afecten la calidad del agua.

La temperatura influye en el crecimiento de las plantas y el oxígeno disuelto, sin embargo, el agua del río Paria es fría, por lo tanto, las tasas de respiración en las plantas y microorganismos disminuyen, ya que usan el menos oxígeno, lo que permite que el agua se encuentre libre de vegetación que se acumule en el lecho del río.

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, sin embargo, los valores de análisis de laboratorio del río Paria analizados se encuentran por debajo de los ECAs, lo que indica que es agua es clara y de fácil tratamiento en este parámetro.

5.1.2. Parámetros de metales (totales).

En las estaciones de monitoreo, durante los meses de febrero, marzo y abril sobrepasaron los valores establecidos en los ECAs correspondiente al Hierro Total.

Un factor causante de este suceso es la disolución de rocas ferrosas; según Durán (2016), este elemento varía de acuerdo a las estaciones del año, a mayor caudal la concentración de *"Fe"* es menor, debido al incremento de las lluvias se diluyen estos componentes; a menor caudal la concentración es mayor. Esto permite comparar que, los meses donde disminuyó la intensidad de la precipitación (Anexo N°04), ocasionó que el río Paria tuviese menor caudal (menor disolvente) y por consecuencia ocasionó una mayor concentración de las rocas ferrosas.

Oriundo, C. y Robles, J. (2009) mencionan que, el Plomo total es un metal pesado, no biodegradable y altamente tóxico que contamina todo el ambiente, esto nos permite afirmar que el agua del río Paria no se encuentra contaminada por este metal, ya que los resultados obtenidos durante los periodos monitoreados (enero – junio del 2018), en las estaciones *"Paria Alto, Medio y Bajo"*, no sobrepasaron los valores establecidos en los ECAs. En conclusión, este parámetro no está presente en las condiciones naturales (litológicas) de la zona, lo que favorece al comportamiento de la calidad del agua.

5.1.3. Parámetros de nutrientes.

Los nitratos (NO3-) y nitritos (NO2-) presentan valores que están por debajo de los valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) – Agua, Categoría 1, Subcategoría A, A1 (50 mg/l NO3- y 3 mg/l NO2-) en todas las estaciones y épocas de monitoreo.

Escobar (2002), menciona que la carga de nutrientes en los ríos ha ido aumentando de forma paralela al incremento de poblaciones humanas en sus cuencas, como resultado tanto de las aguas residuales provenientes de los aportes humanos como de la de animales y al aumento de la aplicación de fertilizantes en las tierras de cultivo, con la consiguiente lixiviación al río; en la microcuenca del río Paria no se evidencia el exagerado incremento poblacional por lo que el río, no se ve inmerso a la contaminación excesiva; esto es un condicionante a que los nutrientes presentes en el agua obtengan valores muy bajos en los resultados.

En el río Paria, los nutrientes una vez que llegan al río, depende de varios factores que tienen que ver con el relieve geológico, el régimen hídrico, el lugar, la cantidad o el clima. A una determinada altura del río, los organismos que viven en el cauce del río, capturan los nutrientes que necesitan, los cuales quedan retenidos temporalmente. Sin embargo, en determinadas zonas de la microcuenca del río Paria hubo una alteración de este ciclo en el sentido de que se produjeron un aumento en la concentración de nitratos debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia, actividades que se presentan en la zona.

5.1.4. Parámetros bioquímicos.

La Demanda Química de Oxigeno (DQO), en todas las estaciones y épocas de monitoreo sobrepasaron el valor máximo permitido en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) – Agua, Categoría 1, Subcategoría A, A1.

Ramos (2010), concluye que las aguas superficiales varían su composición química dependiendo de los terrenos de contacto y los vertimientos que reciben, ya sea de forma natural o antrópica, los cuales pueden variar a lo largo del tiempo y determinan la cantidad de oxígeno

requerido para oxidar la materia orgánica; sin embargo, en las estaciones de muestreo del río Paria, este parámetro presenta un exceso a pesar de no existir focos contaminantes importantes en las estaciones de monitoreo, se justifica por las características propias del lugar, ya que el recorriendo del río tiene un área cubierta por las copas de los árboles, por lo que la iluminación es difusa; el nivel de erosión en la zona es moderadamente inestable y la estabilidad de la vegetación es regular, lo que nos lleva a contrastar con el autor, que la alteración de la calidad del agua por DQO, no solo se puede producir de forma antrópica, sino de forma natural.

5.1.5. Parámetro microbiológico.

En la estación de monitoreo “Paria Alto y Medio”, correspondiente a Coliformes Totales, sobrepasaron los valores máximos permitidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) – Agua, Categoría 1, Subcategoría A, A1.

Coral (2014), indica que las principales actividades humanas que influyen sobre la calidad del agua del río Paria son la ganadería, agricultura y la inadecuada disposición de excretas de las poblaciones aledañas al río; las actividades agrícolas y ganaderas contribuyeron a incrementar las concentraciones de nitratos y fósforo en el agua. La conclusión que hace el autor, tiene mucha similitud a lo identificado en el proyecto de investigación; cabe mencionar que la actividad ganadera y la inadecuada disposición de excretas modificaron de manera negativa la calidad microbiológica del agua produciendo incrementos en los valores de coliformes totales que superan los valores de los ECAs - agua. (Ver Anexo N°01, fotografía N°03, 04 y 09).

5.2. Índice de calidad de agua (ICA)

Para calcular el índice de calidad del agua (ICA) se integró los resultados de los indicadores físicos, químicos y biológicos de cada estación de muestreo, obteniendo que la calidad del agua del río Paria varía entre regular y excelente.

La calidad del agua en la estación de muestreo “Paria Alto”, promedia un valor que resulta **excelente**, debido a que no se evidencia excesiva presencia de actividades humanas que ejerzan un impacto negativo significativo sobre el cuerpo de agua, del mismo modo se justifica por las características propias del lugar, ya que, entre tramo del río hay mayor vegetación.

La calidad del agua del río en la estación de muestreo “Paria medio”, promedia un valor que resulta **favorable**, en esta estación es donde hubo presencia negativa en la calidad microbiológica*,* precedentes de las heces del ganado vacuno y equino que son criados en las márgenes del este punto de muestreo (Ver Anexo N°01, Fotografía N°03 y 04), ya que la precipitación lava la cobertura y permite que lleguen estos contaminantes al río, juntamente con los minerales procedentes de la litología de la zona. Sin embargo, al incrementar el caudal del rio, hace que la dilución de los contaminantes sea más rápida y disminuya su concentración.

La calidad del agua del río Paria en la Estación de muestreo “Paria Bajo” promedia un valor que resulta **regular**, cabe señalar que no solo hay presencia de animales, sino de habitantes en los márgenes de esta estación (centro poblado Yarush), este es un factor que incrementa la presencia de coliformes totales en cantidades relativamente elevadas y que afecta en mayor proporción la calidad del agua.

5.3. Regresiones simples

En la tabla N°20, en base a los coeficiente de determinación se obtuvo la correlación (***R***) entre las variables, eligiendo de grado polinomial por ser la que mejor se ajusta a la recta, obteniendo: $\boldsymbol{R_{Paria\ Alto}} = 0.407$, $\boldsymbol{R_{Paria\ Medio}} = 0.857$, $\boldsymbol{R_{Paria\ Bajo}} = 0.571$, estos resultados indican la dirección y la fuerza de la asociación entre las dos variables cuantitativas, lo que nos dio a conocer la relación entre ellas (al aumentar el valor de una variable, aumenta o disminuye el valor de la otra variable), donde se observa que hay correlación positiva considerable en las distintas estaciones de monitoreo. Estos resultados indican que la asociación entre la precipitación y el índice de calidad de agua es positiva y considerable, lo que permite indicar que un causante principal para que este coeficiente obtenga este valor, es el incremento considerable de lluvias en la zona de estudio durante los meses de monitoreo; sin embargo, no es el único componente que ocasiona la relación, ya que también depende de factores litológicos (Ver Anexo N°06), topográficos (Ver Anexo N°07).

Haciendo una comparación con el enfoque de análisis de estas variables realizado por Quillatupa y Cárdenas (2016), la relación precipitación - escorrentía superficial en febrero, marzo y abril periodo 2011-2014, presenta un coeficiente de correlación *(R= 0.7192),* según el autor indica que hay una estrecha relación, y deduce, que la escorrentía superficial en la microcuenca podrá predecirse.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos y de nutrientes evaluados, presentaron valores que no alteraron los la calidad del agua; en cambio los parámetros bioquímicos, metales totales (Fe^{+}), y microbiológicos sobrepasaron los ECAs–Agua, Categoría 1 y causaron que disminuya los valores de calidad del agua, principalmente en la estación de monitoreo “Paria Bajo”, debido a su naturaleza de los parámetros evaluados.

La calidad del agua del río Paria presenta una calificación excelente en la estación de monitoreo Paria Alto, sin embargo, en las estaciones que comprenden la entrada a las bocatomas (Paria Bajo y Medio) presentan una calificación regular y favorable respectivamente, lo que nos permite afirmar que la calidad de agua es mejor en la parte superior del río Paria.

La ecuación simple polinómica entre el índice de calidad de agua y la precipitación, es la que presenta mayor correlación (R=0.857). Esto significa que, dicha función responde mejor a la muestra de datos obtenidos, dicho de otro modo, habrá una mayor fuerza de asociación entre las dos variables, sin embargo, los resultados del índice de calidad de agua, no solo es a causa de la precipitación sino de condiciones antes mencionadas.

Los principales procesos naturales que tienen influencia directa sobre la calidad del agua del río Paria son; erosión pluvial del tipo de escurrimiento superficial concentrado, debido a la capacidad de exportar sedimento) y la meteorización de

rocas (debido a la descomposición de minerales que llegan al río), sin embargo, no ha resultado significativo en el trabajo realizado.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda incrementar los puntos de monitoreo desde la naciente del río Paria y el periodo de tiempo (por lo menos de un año), debido que las estaciones permitirán tener mayor precisión para determinar la calidad del agua en las cabeceras de la cuenca y evaluar el comportamiento de la calidad de agua en épocas de avenidas y estiaje.

Intensificar el proceso de toma de muestras de agua de acuerdo protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, con la finalidad de evitar la alteración de los resultados de los parámetros evaluados, ya que parámetros como el pH, Conductividad eléctrica y/o temperatura no fueron evaluados durante momento de muestreo, como indica el protocolo.

Las ecuaciones propuestas como resultado del presente trabajo sean utilizadas bajo las premisas asociadas a la información base empleada, de acuerdo con lo establecido dentro de la descripción metodológica.

Las autoridades de la zona deberían implementar programas de sensibilización en el uso y cuidado del agua, a los pobladores de la localidad del Paria y Yarush, con el propósito de mitigar la alteración de la calidad de agua del río Paria (evitar el vertimiento directo de las aguas grises al rio, evitar evacuar directamente los residuos sólidos al rio y el uso masivo de agroquímicos).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Amado, A., Rubiños, P., Reyes, G., Alarcón, C. y Hernández A. (2006). *Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac*. Hidalgo, México. Revista Internacional de Botánica experimental.

Arocena, R., y Conde, D. (1999). *Métodos en ecología de aguas continentales*.

Arroyo, M. (2011). *Importancia de la calidad del agua y su manejo.* Michoacán, México.: Universidad de la Ciénaga del Estado de Michoacán de Ocampo.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2013). *Plan Nacional de Recursos Hídricos.* Lima, Perú.: Icono Perú S.A.C.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos.* Lima, Perú.: Gráfica Industrial Alarcón S.R.L.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2018). *Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA – PE).* Lima. Perú.: Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA.

Belaire, A., y Jacobs, B. (2017). T*ratamiento de aguas contaminadas con plomo (II) mediante un técnica en continuo de bioadsorción en columna de corcho.* Bellaterra, España.: Universidad Autónoma de Barcelona, Grupo de Técnicas de Separación.

Brooks, K., Ffolliott, P., y Magner, J. (2003). *Hydrology and the management of watersheds.* New Delhi, India.: Times by Aptara.

Cammeraat, E., Sánchez, I., Chunga, F., y Roncal, M. (2014). *Calidad del agua en relación con las propiedades del geoecosistema: Un estudio de caso de una zona de jalca cerca de Cajamarca, Perú.* Cajamarca, Perú.

Canavos, G. (1998). *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos.* México. McGraw-Hill.

CCME_WQI. (2001). Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. *Ccme Water Quality Index 1.0 User's Manual*, 5.

Coral, B. (2014). *Evaluación de la influencia de los procesos naturales y las actividades humanas en la calidad del agua del río Paria, distrito de Independencia - Huaraz - 2013-2014.* Huaraz, Perú.: Tesis para optar el grado de maestro: Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Mención de Gestión Ambiental.

Deming, W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad.* Madrid, España. Cambridge University Press.

Devore, J. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. International.* México. Thomson Editores.

Diersing, N. (2009). *Water Quality: Frequently Asked Questions.* Florida, EE.UU. Florida Keys National Marine Sanctuary

Domenech, J. M. (1985). *Métodos estadísticos: modelo lineal de regresión.* Barcelona, España. Ed Pirámide.

Durán, B., Bethea, R. y Boullion, T. (1985). *Statistical Methods for Engineers and Scientists.* New York, EE.UU. Marcel Dekker.

Durán, J., (2016). *"Remoción del aluminio, manganeso y hierro de las aguas del río Auqui, para su potabilización, en la planta de tratamiento de agua potable de bellavista; Huaraz -Ancash, Julio 2014- Junio 2015.* Huaraz, Perú.

Escobar, G. (2017). *Rocas sedimentarias.* Boyacá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar.* Santiago, Chile. CEPAL-ECLAC.

Gamboa, M., Rodriguez, E., Hernandez, F. y Garcia, J. (2005). Bacteriología General: Principios Y Prácticas de Laboratorio. Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

Gil, J., Vizcaino, C., y Montaño, N. (2017). *Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela.* Monagas, Venezuela.: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.

Giraldo, S. (2015). *Identificación de riesgos y puntos críticos de control en plantas de potabilización de agua.* Manizales, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Gonzales, C. (2011). Monitoreo de la calidad del agua. Mayagüez, Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico – Mayagüez.

Guillén, V., Teck, H., Kohlmann, B. y Yeomans, J. (2012). *"Microorganismos como bioindicadores de la Calidad del Agua",* Tierra tropical: sostenibilidad, ambiente y sociedad.

Guitton, H. (1960). *Índices e indicadores.,* Tercera Época, Vol. 4, No. 1-2, Revista de Economía y Estadística, pp. 9-23

Ibáñez, J. (2008). *Erosión, Transporte y Sedimentación: Erosión Geológica.* Madrid, España.: Consejo Superior de Investigaciones científicas (CSIC).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2014), *La química de la lluvia ácida.* Bogotá, Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). *Demanda química de oxígeno por reflujo cerrado y volumetría*. Bogotá, Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Intergovernmental Panel on Climate Chanee (IPCC). (2008). *Cambio Climático 2007.* Suecia: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

ISO 9001, (2015). *El Futuro de la Calidad.* Un e-book editado por ISO. Tools Excellence.

Izar, J. (1998). *Elementos de métodos numéricos para Ingeniería.* San Luis Potosí, México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Juran, J., Gryna, F., y Bingham, R. (1983). *Manual de control de la calidad.* Barcelona, España. Reverté S.A.

La educación a distancia. Barcelona, España. Ediciones Universidad de Salamanca.

Laguna, C. (2014). Correlación y Regresión Lineal. *Instituto Aragonés de CIencias de la Salud*, 2-18.

Lahura, E. (2003). *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Lermann, B., Gilli, M., Eliggi, M. y Zerbatto, M. (1998). *Demanda Química de Oxígeno*. Santa Fé, Argentina. Universidad Nacional del Litoral.

MacFaddin, J. (2003). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica.* Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana.

Marín, R. (2012). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas.* Córdoba, Argentina.: Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. .

Martín, J. (1997). *Ingeniería fluvial.* Barcelona, España. Edición de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL.

Martínez, C. (2010). *Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del rio Naolinco, Veracruz.* Veracruz. México.: Tesis: trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología.

Martínez, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A., y Cánovas, A. (2009). *El coeficiente de correlacion de los rangos de spearman caracterizacion*. Revista Habanera de Ciencias Médicas.

Mazor, E. (2004). *Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology.* EE.UU. Editorial Board.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2005). Ley General del Ambiente - Ley N° 28611 . *Ley General del Ambiente*, 33.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). *Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua.* Lima, Perú: MINAM.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Estandares de Calidad Ambiental. *Evidencia Científica y Gradualidad para un Ambiente Saludable*, 1-5.

Ministerio del Medio Ambiente. (2000). *Libro blanco del agua.* Madrid, España: JACARYAN, S.A.

Miranda, F., Chamorro, A. y Rubio, S. (2007). *Introducción a la Gestión de Calidad.* Madrid, España. Delta Publicaciones.

Mollineda, A., Toro, R., Gonzales, Y. y Bravo, L. (2010). *Determinación de plomo en las aguas de los ríos Tínima, Hatibonico y afluentes de la cuenca San Pedro Camagüey.* Camagüey, Cuba. Universidad de Camagüey

Monte, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico.* Berlín, Alemania. Universidad Humboldt de Berlín en el área de química inorgánica.
Montevideo, Uruguay. DIRAC/FC/UDELAR.

Mora, R. (2013). *Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del rio Bejuco mediante la aplicación de indicadores físico - químico y biológico.* Calceta, Ecuador.: Tesis para optar el título profesional. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabi Manuel Félix López.

Oana, I. (2010). *Water Quality Index - Assessment Method of the Motru River Water Quality.* Oltenia, Romania.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2011). *Decenio internacional para la Acción "El agua fuente de vida" 2005-2015.* EE.UU. Policy Brief on Water Quality.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2000). Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. *Manual on integrated soil management and conservation practices.*, 1-7.

Oriundo, C. y Robles, J. (2009). *Determinación de plomo en suelos debido a la contaminación por fábricas aledañas al Asentamiento Humano cultura y progreso del distrito de Ñaña – Chaclacayo*. Lima, Perú.

Pedroza, H. y Dicovskyi, L. (2006). *Sistema de análisis estadístico con SPSS.* Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.

Peña, E. (2007). *Calidad del agua: Oxígeno disuelto.* Guayaquil, Ecuador. Escuela superior del Litoral.

Pértega, S., y Pita, S. (1997). *Utilización e Interpretación de las Técnicas de Correlación disponible.* Coruña, España: Cad Aten Primaria.

Prat, N. (1998). *Bioindicadores de calidad de las aguas.* Memorias del curso de bioindicadores de Calidad del Agua., Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Quillatupa, Y., y Cárdenas, E. (2016). *Relación precipitación, infiltración y escorrentía para la época de lluvia en la microcuenca yanango-chanchamayo.* Huancayo, Perú.: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Radulovich, R., Rodriguez, A. y Moncada, O. (1994). *Captación de agua de lluvia en el hogar rural.* Turrialba, Costa Rica. El catie.

Ramos, J. (2010). *Caso de estudio tramo desde la confluencia del río Neusa hasta la intersección vía autopista norte – Cajicá.* Bogotá, Colombia. Universidad Militar Nueva Granada.

Ramos, R., Sepúlveda, R. y Villalobos, F. (2003). *El agua en el medio ambiente.* Mexico, D.F.: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Ramos, V. (1984). *Geología y recursos naturales de la provincia de Río Negro.* Río Negro, Argentina. Servicio Geológico Nacional.

Raymondo, L. (2004). *Análisis de Escenarios de Desarrollo y Plan Indicativo de Ordenamiento Territorial Ambiental para la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá.* Panamá.

Rivas, D., Cuéllar, A., y Mckinney, D. (2014). *Modelo de recursos hídricos de la subcuenca Quillcay.* Huaraz, Ancash.: Corporación Globalmark.

Roa, J. y Kearney, M. (2013). *Acumulación y dirección de la escorrentía superficial a través del método del Número de Curva (nc) y SIG en una vertiente urbana de la ciudad de Trujillo-Venezuela*. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes.

Rocha, A. (2003). *La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Piura, Perú.* Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), 1era Edición.

Rodríguez, G. (1999). *Sistemas de monitoreo y evaluación sensibles a género.* San José de Costa Rica: Absoluto.

Rodríguez, J. y Marín, R. (1999). *Fisicoquímica de aguas.* Madrid, España. Ediciones Diaz de Santos, S.A.

Rojo, J. (2007). *Regresión lineal múltiple.* Madrid, España.: Laboratorio de Estadistica, Instituto de Economía y Geografía.

Sánchez, D. (2006). *Calidad del agua y su control.* Toledo, España. Universidad Castilla la Mancha.

Severiche, C., y Barreto, A. (2013). *Efecto de las lluvias sobre la calidad del agua en la ciénaga grande de santa marta, caribe colombiano en ciénaga grande de santa marta, caribe colombiano en periodo 2006-2009.* Manizeles, Colombia.: Universidad de Manizales Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

Sigler, W., y Bauder , J. (2012). *Educación en el agua de pozo*. Montana, EE.UU. . La Universidad Estatal de Montana - Bozeman.

Snoeyink, V. y Jenkis, D. (1987). *Química del agua*. Michigan, EE.UU. Editorial Limusa.

Spiguel, M. (1991). *Estadistica (Segunda Edición).* Aravaca, Madrid.: McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.

Spiro, T. y Stigliani, W. (1996). *Química Medioambiental*. 2a. edición. Madrid, España. Pearson Prentice Hall.

Steel, R. y Torrie, J. (1990). *Principios y procedimientos de estadística con especial referencia a las ciencias biológicas*. Nueva York, EE.UU. McGraw-Hill.

Valdes, J., Samboni, N. y Carvajal, Y. (2011). *"Desarrollo de un indicador de la calidad del agua usando estadística aplicada, caso de estudio: subcuenca Zanjón Oscuro"*. Cauca, Colombia. International Journal of Chemical Sciences.

Valencia, C. (2006). *Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción.* Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca.

Vargas, G. (2012). *Geología, Geomorfología y Dinámica Fluvial Aplicada a Hidráulica de Ríos*. Barranquilla, Colombia. CONCEP S.A.S y PROMIGAS.

Vega, E. y Peters E. (2003). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México.* México D.F. Instituto Nacional de Ecología.

Ward, J., y Prat, N. (1994). *The tamed river. Limnology now: a paradigm of planetary problems.* New York, EEUU.: R. Margalef.

Wild, C. y Seber, G. (1989). *Nonlinear Regression.* New York, EE.UU. Ed. Wiley and Son.

Worschitz, R. (2008). *Topografía e Hidrografía.* Mar de Plata, Argentina.: Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

ANEXOS

ANEXO 01

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N° 01: Estación de monitoreo “paria alto”, situada aguas arriba del puente “Yarush”.

Fotografía N° 02: Toma de muestras en la estación de monitoreo “paria alto”.

Fotografía N° 03 y 04: Presencia de agricultura y crianza de animales domésticos, perteneciente al centro poblado de Yarush y aguas arriba de la estación de muestreo “paria medio”.

Fotografía N° 05: Estación de monitoreo “paria medio”, situada al ingreso de la captación “Yarush”.

Fotografía N° 06: Toma de muestras en la estación de monitoreo “paria medio”.

Fotografía N° 07: Presencia de roca granodiorítica (margen izquierdo de la estación de monitoreo “Paria Medio”).

Fotografía N° 08: Captación de agua ““Yarush””.

Fotografía N° 09: Presencia de animales dentro de la captación de agua “Yarush”

Fotografía N°10: Estación de monitoreo “paria bajo”, situada al ingreso de la captación Paria.

ANEXO 02

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA REALIZADO POR LA SUNASS

Informe proporcionado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) – Huaraz, que muestra los resultados de los parámetros monitoreados en la entrada de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) – EPS Chavín, del río Paria, donde los valores de mucho de ellos se encuentran por debajo de los ECAs-Agua, Categoría A, A1.

INFORME DE ENSAYO N° 1-11514

Solicitante	: **SUPERINTENDENCIA NAC. SERV. DE SANEAMIENTO**
Domicilio legal	: Av. Bernardo Monteagudo Nro. 210 - Magdalena del Mar - Lima
Producto declarado	: **AGUA NATURAL**
Cantidad de Muestras para el Ensayo	: 1 muestra x 25,75 L **Muestra proporcionada por el solicitante**
Identificación de la muestra	: **ENTRADA PTAP PARIA - HUARAZ - EPS CHAVIN S.A.** **FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2017-09-25 / 15:40**
Forma de Presentación	: En frasco de plástico, cerrado, preservado y refrigerado, y en bidón de policarbonato sellado
Fecha de recepción	: 2017 - 09 - 26
Fecha de inicio del ensayo	: 2017 - 09 - 26
Fecha de término del ensayo	: 2017 - 10 - 03
Ensayo realizado en	: Laboratorio de Toxinas e Hidrobiología /Ambiental
Identificado con	: **H/S 18009575 (EXMA-13119-2017)**
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita

Análisis Físico Químico:

Metales totales por ICP-MS:

Ensayo		LD	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Aluminio (Al)	0,0025	mg/L	0,1990
	Antimonio (Sb)	0,0002	mg/L	<0,00020
	Arsénico (As)	0,0005	mg/L	<0,00050
	Bario (Ba)	0,00015	mg/L	0,00263
	Boro (B)	0,01	mg/L	<0,010
	Cadmio (Cd)	0,00005	mg/L	<0,000050
	Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	0,01893
	Cromo (Cr)	0,0005	mg/L	<0,00050
	Fósforo (P)	0,100	mg/L	<0,100
	Hierro (Fe)	0,01	mg/L	0,1324
	Manganeso (Mn)	0,00025	mg/L	0,00763
	Mercurio (Hg)	0,00005	mg/L	<0,00005
	Molibdeno (Mo)	0,0002	mg/L	0,00301
	Níquel (Ni)	0,00035	mg/L	<0,00035
	Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	<0,00020
	Selenio (Se)	0,001	mg/L	<0,0010
	Sodio (Na)	0,01	mg/L	1,926
	Uranio (U)	0,00005	mg/L	<0,00005
	Zinc (Zn)	0,0005	mg/L	<0,00050

LD: Límite de detección

INFORME DE ENSAYO N° 1-11514

Análisis Hidrobiológico:

Ensayo	Unidad	Resultado
Determinación de Nemátodos	Organismos/L	21

Los resultados positivos corresponden a larvas y adultos de nematodos.

Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
HELMINTOS	Trematoda	*Fasciola hepatica*	< 1
		Paragonimus sp.	< 1
		Schistosoma sp.	< 1
		Clonorchis sp.	< 1
		Echinostoma sp.	< 1
	Cestoda	*Taenia* sp.	< 1
		Dipylidium sp.	< 1
		Hymenolepis sp.	< 1
		Diphyllobothrium sp.	< 1
	Nematoda	*Ascaris* sp.	< 1
		Ancylostoma sp / *Necator* sp.	< 1
		Trichuris sp.	< 1
		Capillaria sp.	< 1
		Trichostrongylus sp.	< 1
		Strongyloides sp.	< 1
		Enterobius sp.	< 1
	Acanthocephala	*Macracanthorhynchus* sp.	< 1

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos
El método no incluye la detección de larvas de helmintos, estos son reportados en Determinación de Nemátodos

DETERMINACIÓN DE ZOOPLANCTON

TAXON					ESTADIO	RESULTADOS	
Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie		Organismos/L	Organismos/m^3
MICROZOOPLANCTON							
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	*Euglypha* sp.	---	1,67	1 670,00
Total de organismos						1,67	1 670
Volumen filtrado:						3 L	0,003 m^3

OBSERVACIONES: No se encontró mesozooplancton.

INFORME DE ENSAYO N° 1-11514

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FITOPLANCTON POR MICROSCOPIO INVERTIDO

TAXA / GRUPO / ESPECIE					RESULTADOS		
					DENSIDAD (organismos/mL)	DENSIDAD (organismos/L)	PORCENTAJE (%)
Phyllum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie			
DIATOMEAS							
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia sigmoidea*	0,040	40	0.1064
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia* sp.	23,440	23 440	62.3404
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella* sp.	0,560	560	1.4894
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Encyonema* sp.	0,800	800	2.1277
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema acuminatum*	0,760	760	2.0213
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema* sp.	0,520	520	1.3830
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia* sp.	0,120	120	0.3191
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	*Hannaea arcus*	0,040	40	0.1064
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria ulna*	9,760	9 760	25.9574
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	*Navicula* sp.	0,040	40	0.1064
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria* sp.	0,160	160	0.4255
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	*Diatoma* sp.	0,040	40	0.1064
Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	*Tabellaria flocculosa*	1,200	1 200	3.1915
TOTAL DE DIATOMEAS					**37,480**	**37 480**	**99,6809**
ALGAS VERDES							
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	*Cosmarium* sp.	0,040	40	0.1064
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Mougeotia* sp.	0,040	40	0.1064
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra* sp.	0,040	40	0.1064
TOTAL DE ALGAS VERDES					**0,120**	**120**	**0,3192**
TOTAL DE FITOPLANCTON					**37,600**	**37 600**	**100**

(organismos/mL): Expresión de resultados según: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2, c.1, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

MÉTODOS

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016. Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado). 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea y superficial

Determinación de Nemátodos: SMEWW-APHA -AWWA-WEF. Part 10750 B. 2.a1, a2, b1 y b2, 23 rd Ed. 2017. Nematological examination. Collection and processing techniques for nematodes.

Determinación de Zooplancton: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2.c.1, G, 23 rd Ed.2017.Plankton. Concentration Techniques. Zooplankton Counting Techniques.

Determinación Cuantitativa de fitoplancton por microscopio invertido: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2, c.1, 23 rd Ed.2017.Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 05 de octubre de 2017
DA

ANEXO 03

RESULTADOS DE PARÁMETROS EVALUADOS

Resultados de laboratorio de los parámetros muestreados en las 03 estaciones (paria alto, paria medio y paria bajo) correspondiente al mes de enero del 2018.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG180029

CLIENTE	**Razón Social**	: JHON ACUÑA IBARRA
	Dirección	: Jr. Pallasca N° 232 - Independencia
	Atención	: Jhon Acuña Ibarra
MUESTRA	**Producto declarado**	: Agua de Río
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Río Paria Distrito de Independencia
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC180021
MUESTREO	**Responsable**	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	**Fecha de recepción**	: 31/Enero/2018
	Fecha de análisis	: 31de Enero al 07 de Febrero/2018
	Cotización N°	: CO180053

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	PARIA ALTO	PARIA MEDIA	PARIA BJO
					Fecha de muestreo [1]	31/01/2018	31/01/2018	31/01/2018
					Hora de muestreo [1]	10:30	11:05	11:52
					Código del Laboratorio	AG180037	AG180038	AG180039
FQ	**ANALISIS FISICOQUIMICOS**							
FQ12	**Conductividad [2] (en laboratorio)**	**µS.cm^{-1}**	**APHA 2510 B -Versión 2012**	.....	55.3	55.6	56.4
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H$^+$ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.13	7.10	7.12
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	18	18	18
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	1.58	1.45	1.49
MT	**METALES TOTALES**							
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005	0.155	0.354	0.855
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
NU	**ANÁLISIS DE NUTRIENTES**							
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO_2^-	Reacción Griess (*)	0.007	0.011	0.015	0.019
CB	**ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO**							
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25	< 25	< 25	< 25
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01	8.66	8.93	9.01
CM	**INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS**							
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1	9	660	276

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

[1] Datos proporcionados por el cliente

[2] Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 07 de Febrero de 2018

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

MSc. Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Resultados de laboratorio de los parámetros muestreados en las 03 estaciones (paria alto, paria medio y paria bajo) correspondiente al mes de febrero del 2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 065

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N LE - 065

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO AG180063

CLIENTE	Razón Social	: JHON ACUÑA IBARRA
	Dirección	: Jr. Pallasca N° 239 - Independencia
	Atención	: Jhon Acuña Ibarra
MUESTRA	Producto declarado	: Agua de Rio
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Rio Paria - Distrito de Independecia
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC180042
MUESTREO	Responsable	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción	: 28/Febrero/2018
	Fecha de análisis	: 28 de Febrero al 07 de Marzo/2018
	Cotización N°	: CO180053

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	PARIA ALTO	PARIA MEDIA	PARIA BAJO
					Fecha de muestreo [1]	28/02/2018	28/02/2018	28/02/2018
					Hora de muestreo [1]	10:12	10:39	11:13
					Código del Laboratorio	AG180075	AG180076	AG180077
FQ	ANALISIS FISICOQUIMICOS							
FQ12	Conductividad [2] (en laboratorio)	$\mu S.cm^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		61.3	60.0	60.7
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H+ B.-Versión 2012 (*)	.....		6.98	7.02	7.17
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		19	19	19
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.63	2.01	1.86
MT	METALES TOTALES							
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.680	0.460	0.810
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		< 0.010	< 0.010	< 0.010
NU	ANALISIS DE NUTRIENTES							
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0		< 1.0	< 1.0	< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO_2^-	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007	< 0.007	< 0.007
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO							
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		< 25	< 25	< 25
CB03	Oxigeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		7.87	8.16	7.67
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS							
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	<1		450	660	900

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

[1] Datos proporcionados por el cliente

[2] Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 07 de Marzo de 2018

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

MSc. Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP Nº 604

Resultados de laboratorio de los parámetros muestreados en las 03 estaciones (paria alto, paria medio y paria bajo) correspondiente al mes de marzo del 2018.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO AG180086

CLIENTE	**Razón Social**	: JHON ACUÑA IBARRA
	Dirección	: Jr. Pallasca N° 239 - Independencia
	Atención	: Jhon Acuña Ibarra
MUESTRA	**Producto declarado**	: Agua de Río
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Río Paria - Distrito de Independecia
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC180062
MUESTREO	**Responsable**	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	**Fecha de recepción**	: 16/Marzo/2018
	Fecha de análisis	: 16 de Marzo al 23 de Marzo/2018
	Cotización N°	: CO180053

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	PARIA ALTO	PARIA MEDIA	PARIA BAJO
					Fecha de muestreo [1]	16/03/2018	16/03/2018	16/03/2018
					Hora de muestreo [1]	11:39	12:07	12:42
					Código del Laboratorio	AG180106	AG180107	AG180108
FQ	ANALISIS FISICOQUIMICOS							
FQ12	**Conductividad [2] (en laboratorio)**	**µS.cm^{-1}**	**APHA 2510 B -Versión 2012**	.....	52.1	58.5	55.8
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H^{+} B.-Versión 2012 (*)	.....	7.62	7.79	7.38
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	14.3	15.2	14.7
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	2.82	3.72	4.40
MT	METALES TOTALES							
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005	0.368	0.206	0.541
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
NU	ANALISIS DE NUTRIENTES							
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO_2^-	Reacción Griess (*)	0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
CB	ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO							
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25	< 25	29	32
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01	6.46	6.53	6.52
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS							
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1	9	1260	2760

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

[1] Datos proporcionados por el cliente

[2] Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 23 de Marzo de 2018

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

M.Sc. Quím. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Resultados de laboratorio de los parámetros muestreados en las 03 estaciones (paria alto, paria medio y paria bajo) correspondiente al mes de abril del 2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 065

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG180121

CLIENTE	**Razón Social**	: JHON ACUÑA IBARRA
	Dirección	: Jr. Pallasca N° 239 - Independencia
	Atención	: Jhon Acuña Ibarra
MUESTRA	**Producto declarado**	: Agua de Río
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Río Paria - Distrito de Independecia
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC180083
MUESTREO	**Responsable**	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	**Fecha de recepción**	: 27/Abril/2018
	Fecha de análisis	: 27 de Abril al 07 de Mayo/2018
	Cotización Nº	: CO180053

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
				Código del cliente	PARIA ALTO	PARIA MEDIA	PARIA BAJO
				Fecha de muestreo [1]	27/04/2018	27/04/2018	27/04/2018
				Hora de muestreo [1]	09:52	10:22	10:59
				Código del Laboratorio	AG180148	AG180149	AG180150
FQ	ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ12	Conductividad [2] (en laboratorio)	$\mu S.cm^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....	54.7	54.9	54.6
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H^+ B.-Versión 2012 (*)	.....	6.94	6.69	6.59
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	18.4	18.5	18.3
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	1.22	1.35	1.31
MT	METALES TOTALES						
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005	1.250	0.980	1.020
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO_2^-	Reacción Griess (*)	0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25	< 25	< 25	< 25
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01	5.98	6.02	5.86
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1	56	450	6600

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

[1] Datos proporcionados por el cliente

[2] Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 07 de Mayo de 2018

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

M.Sc. Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP Nº 604

Resultados de laboratorio de los parámetros muestreados en las 03 estaciones (paria alto, paria medio y paria bajo) correspondiente al mes de mayo del 2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 065

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG180148

CLIENTE	**Razón Social**	: JHON ACUÑA IBARRA
	Dirección	: Jr. Pallasca N° 239 - Independencia
	Atención	: Jhon Acuña Ibarra
MUESTRA	**Producto declarado**	: Agua de Rio
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Río Paria - Distrito de Independecia
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC180100
MUESTREO	**Responsable**	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	**Fecha de recepción**	: 25/Mayo/2018
	Fecha de análisis	: 25 de Abril al 01 de Junio/2018
	Cotización Nº	: CO180053

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
				Código del cliente	PARIA ALTO	PARIA MEDIA	PARIA BAJO
				Fecha de muestreo [1]	25/05/2018	25/05/2018	25/05/2018
				Hora de muestreo [1]	10:45	11:17	11:42
				Código del Laboratorio	AG180181	AG180182	AG180183
FQ	ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ12	Conductividad [2] (en laboratorio)	$\mu S.cm^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....	57.5	57.2	59.4
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H^+ B.-Versión 2012 (*)	.....	7.18	7.23	7.24
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	19.5	19.3	18.8
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	1.71	2.45	2.47
MT	METALES TOTALES						
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005	0.022	0.037	0.050
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
NU	ANALISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO_2^-	Reacción Griess (*)	0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25	< 25	< 25	< 25
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01	7.01	7.02	7.03
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1	45	6600	< 1

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

[1] Datos proporcionados por el cliente

[2] Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Methord for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 01 de Junio de 2018

MSc. Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP Nº 604

Resultados de laboratorio de los parámetros muestreados en las 03 estaciones (paria alto, paria medio y paria bajo) correspondiente al mes de junio del 2018.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG180207

CLIENTE	Razón Social	: JHON ACUÑA IBARRA
	Dirección	: Jr. Pallasca N° 232 - Independencia
	Atención	: Jhon Acuña Ibarra
MUESTRA	Producto declarado	: Agua de Río
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Río Paria Distrito de Independencia
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC180139
MUESTREO	Responsable	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción	: 28/Junio/2018
	Fecha de análisis	: 28 de Junio al 06 de Julio/2018
	Cotización N°	: CO180053

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
				Código del cliente	PARIA ALTO	PARIA MEDIA	PARIA BAJO
				Fecha de muestreo [1]	28/06/2018	28/06/2018	28/06/2018
				Hora de muestreo [1]	10:50	11:12	11:43
				Código del Laboratorio	AG180268	AG180269	AG180270
FQ	ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ12	Conductividad [2] (en laboratorio)	$\mu S.cm^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....	69.6	67.9	71.2
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H^+ B.-Versión 2012 (*)	.....	8.24	7.48	7.29
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....	18.5	18.6	18.8
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	1.25	2.92	2.73
MT	METALES TOTALES						
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005	0.050	0.030	0.023
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO_3^-	Nitrospectral (*)	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO_2^-	Reacción Griess (*)	0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25	< 25	< 25	< 25
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01	7.04	7.01	7.05
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1	90	14400	2760

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

[1] Datos proporcionados por el cliente

[2] Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 06 de Julio de 2018

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

MSc. Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

ANEXO 04

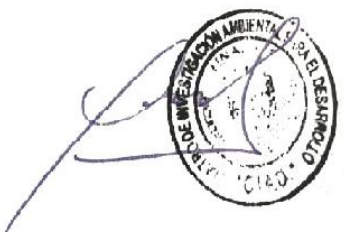
RESULTADOS DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL

PRECIPITACIÓN DURANTE EL PERIODO ENERO – JUNIO DEL 2018, PERTENECIENTE A LA MICROCUENCA DEL RÍO PARIA – DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ - ANCASH.

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)						
Día	**AÑO 2018**					
	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**
1	0.0	9.0	7.5	0.0	0.0	0.0
2	0.0	4.6	5.5	0.3	0.0	0.0
3	0.0	0.0	2.8	2.2	0.0	0.1
4	0.2	0.0	1.9	2.2	0.0	0.4
5	1.9	0.0	0.5	10.3	8.3	0.0
6	19.4	0.7	14.4	6.5	8.7	0.0
7	3.0	2.5	3.9	9.1	4.9	0.0
8	3.4	9.5	0.6	9.9	1.6	0.0
9	2.0	0.2	10.0	3.5	1.6	0.0
10	6.1	0.6	0.2	6.6	1.7	0.0
11	2.6	0.0	0.5	22.8	3.4	0.0
12	6.5	7.9	5.2	14.1	6.3	0.0
13	10.6	3.3	16.6	3.1	15.5	0.0
14	3.2	8.2	3.5	0.0	0.0	0.0
15	8.4	7.4	2.5	0.0	0.0	0.0
16	1.1	2.4	0.5	0.0	1.9	0.0
17	8.7	0.1	1.1	0.0	3.7	0.0
18	12.1	5.4	4.7	0.0	0.8	0.0
19	0.1	2.3	1.3	0.0	0.3	0.0
20	0.0	0.0	1.1	3.3	3.8	0.0
21	0.2	0.0	0.2	7.0	1.9	0.0
22	8.1	0.0	10.1	3.7	8.5	0.0
23	0.9	0.0	21.5	0.0	0.4	0.0
24	1.4	0.0	4.8	10.0	0.0	0.0
25	2.6	0.9	11.0	2.3	0.0	0.0
26	9.9	2.7	10.4	0.6	0.0	0.0
27	0.6	3.9	10.6	0.1	0.0	0.0
28	0.0	5.6	0.5	0.0	0.0	0.0
29	0.9	*	6.5	0.0	0.4	0.0
30	0.5	*	13.8	1.6	0.0	0.0
31	1.8	*	1.5	*	0.0	*
PP Mensual	**116.0**	**77.2**	**175.3**	**119.3**	**73.5**	**0.5**

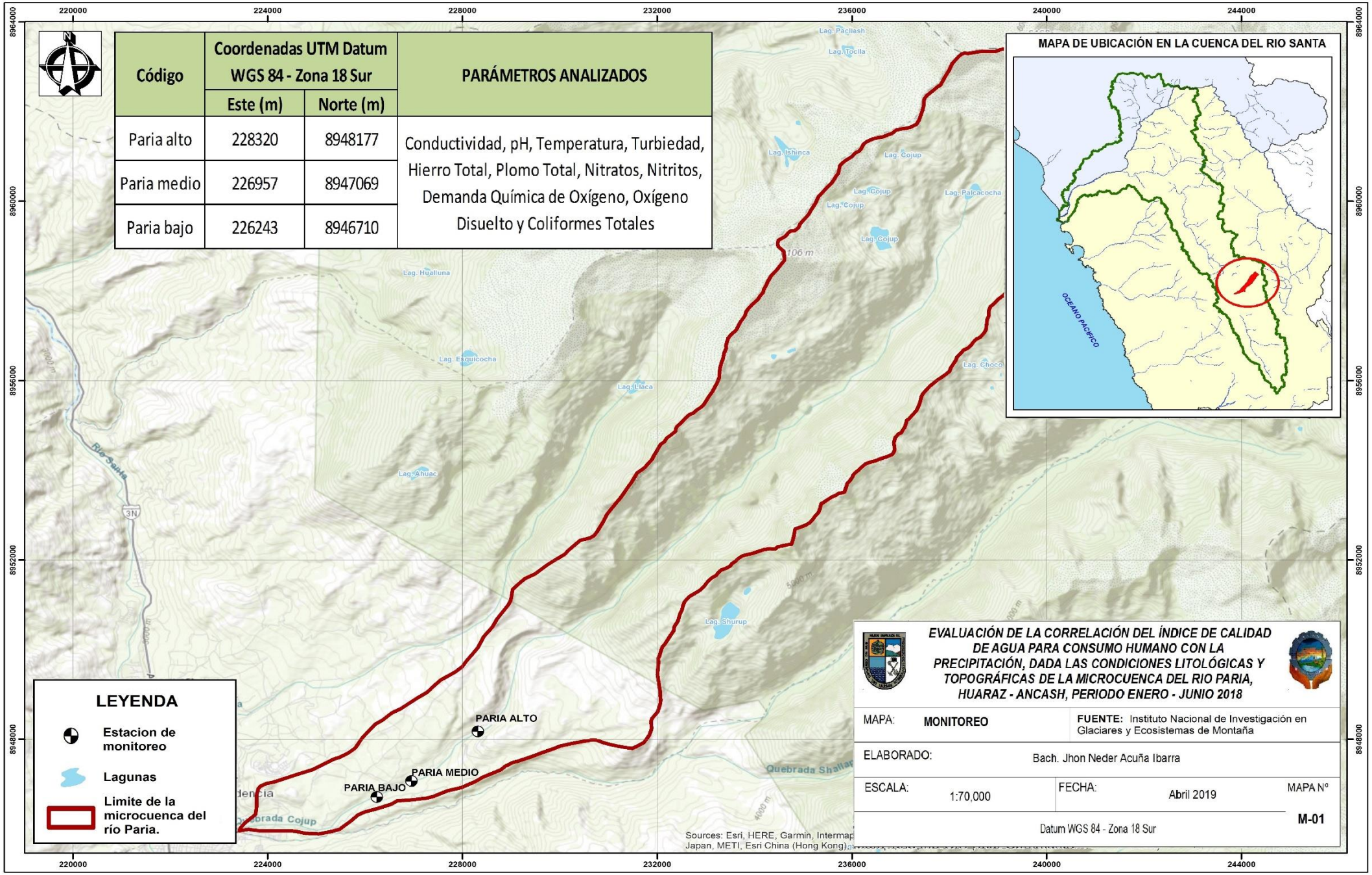
**El mes no presenta días.*
El valor 0.0, indica que no hubo precipitación en ese día.

Interesado: Jhon Neder, Acuña Ibarra.



ANEXO 05

MAPA DE MONITOREO



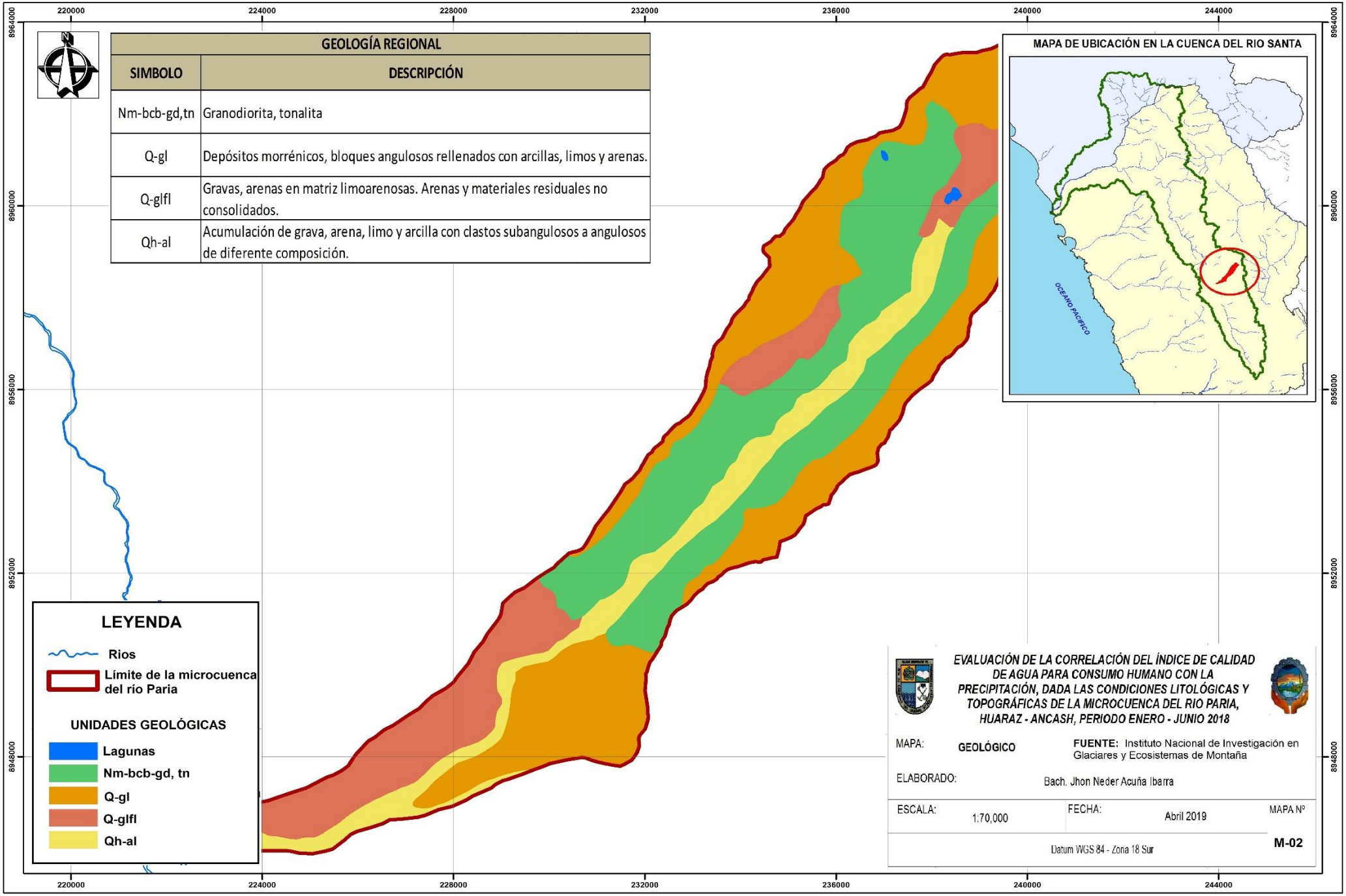
Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 - Zona 18 Sur		PARÁMETROS ANALIZADOS
	Este (m)	Norte (m)	
Paria alto	228320	8948177	Conductividad, pH, Temperatura, Turbiedad, Hierro Total, Plomo Total, Nitratos, Nitritos, Demanda Química de Oxígeno, Oxígeno Disuelto y Coliformes Totales
Paria medio	226957	8947069	
Paria bajo	226243	8946710	

EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO PARIA, HUARAZ - ANCASH, PERIODO ENERO - JUNIO 2018

MAPA:	MONITOREO	FUENTE: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña	
ELABORADO:	Bach. Jhon Neder Acuña Ibarra		
ESCALA: 1:70,000	FECHA: Abril 2019	MAPA Nº	
Datum WGS 84 - Zona 18 Sur		M-01	

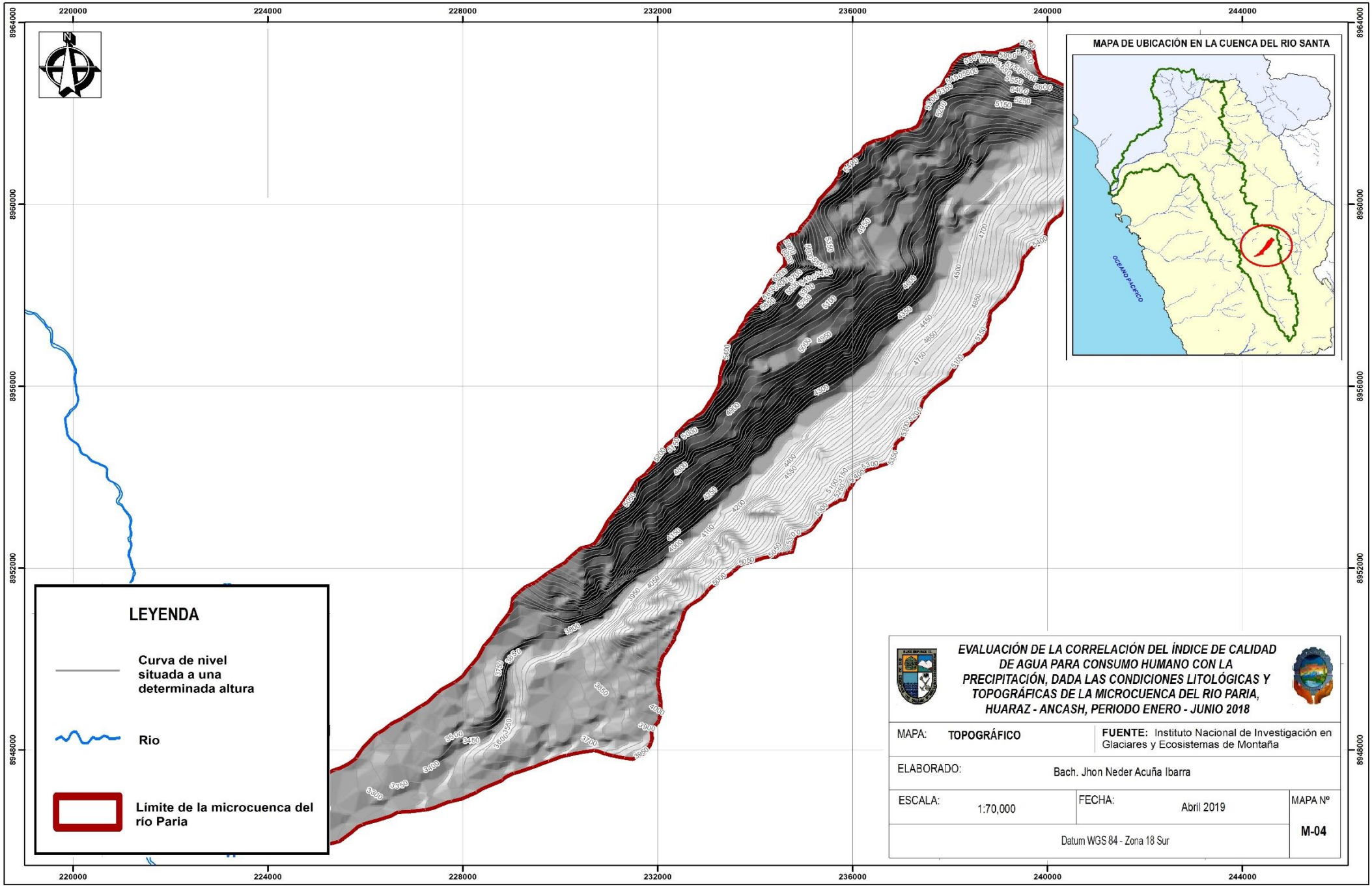
ANEXO 06

MAPA GEOLÓGICO


220000
224000
228000
232000
236000
240000
244000
8964000
8960000
8956000
8952000
8948000
GEOLOGÍA REGIONAL
SIMBOLO
DESCRIPCIÓN
Nm-bcb-gd,tn
Granodiorita, tonalita
Q-gl
Depósitos morrénicos, bloques angulosos rellenados con arcillas, limos y arenas.
Q-glfl
Gravas, arenas en matriz limoarenosas. Arenas y materiales residuales no consolidados.
Qh-al
Acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición.
MAPA DE UBICACIÓN EN LA CUENCA DEL RIO SANTA
OCEANO PACIFICO
LEYENDA
Rios
Límite de la microcuenca del río Paria
UNIDADES GEOLÓGICAS
Lagunas
Nm-bcb-gd, tn
Q-gl
Q-glfl
Qh-al
EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO PARIA, HUARAZ - ANCASH, PERIODO ENERO - JUNIO 2018
MAPA: GEOLÓGICO
FUENTE: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
ELABORADO: Bach. Jhon Neder Acuña Ibarra
ESCALA: 1:70,000
FECHA: Abril 2019
MAPA N°
M-02
Datum WGS 84 - Zona 18 Sur

ANEXO 07

MAPA TOPOGRÁFICO


220000
224000
228000
232000
236000
240000
244000
8964000
8960000
8956000
8952000
8948000
MAPA DE UBICACIÓN EN LA CUENCA DEL RIO SANTA
OCÉANO PACÍFICO
LEYENDA
Curva de nivel situada a una determinada altura
Rio
Límite de la microcuenca del río Paria
EVALUACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LA PRECIPITACIÓN, DADA LAS CONDICIONES LITOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO PARIA, HUARAZ - ANCASH, PERIODO ENERO - JUNIO 2018
MAPA: TOPOGRÁFICO
FUENTE: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
ELABORADO: Bach. Jhon Neder Acuña Ibarra
ESCALA: 1:70,000
FECHA: Abril 2019
MAPA Nº M-04
Datum WGS 84 - Zona 18 Sur