UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

"RELACIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS Y FACTORES AMBIENTALES ESTRESANTES EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BAJA DEL RIO OSMORE, PROVINCIA DE ILO"

PRESENTADO POR:

Bach. RICHARD ALEXANDER RODRIGUEZ RAMIREZ
Bach. TANIA HAYDEE DIAZ COBOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2025

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
UNAM
FEDATARIO

Folio Nº 067

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD Nº006-2025-CF-FACIA-UNAM

Fecha: 13 DE JUNIO 2025

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

"RELACIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS Y FACTORES AMBIENTALES ESTRESANTES EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO OSMORE, PROVINCIA DE ILO"

Bachiller: RICHARD ALEXANDER RODRIGUEZ RAMIREZ, TANIA HAYDEE DIAZ COBOS
Asesor Principal: Dr. JOSE VALERIANO ZAPANA
Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: DIECISEIS (16) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 13:00 horas, del 11 de JUNIO del año 2025 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Dr. EDUARDO L. FLORES QUISPE
Presidente

Primer Miembro
Dr. Hebert H. Soto Gonzales.

M.Sr. José Luis Ramos Tejeda
Segundo Miembro

Richard Rodriguez R.
72276470

Tania Diaz Cobos
Bachiller 74543764

DEDICATORIA

A nuestro Padre Dios que es la piedra angular de nuestras vidas y matrimonio.

A nuestros amados hijos Santiago, Liesel y Abigail cuyo cariño y amor son la mayor bendición en nuestras vidas.

A nuestras apreciadas familias por poner toda su confianza en nosotros y apoyarnos incondicionalmente a cumplir con cada uno de nuestros objetivos personales y profesionales como el que estamos cumpliendo ahora.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Padre Dios, por la vida, la salvación, por permitirnos conocernos en nuestra etapa académica, por brindarnos una vida llena de aprendizajes y experiencias, y por sus dones de amor y bondad hacia nuestras vidas.

A la Universidad Nacional de Moquegua, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por proporcionarnos todas las herramientas para el desarrollo de esta de tesis de pre grado.

Agradecer al Programa de Financiamiento de Tesis por canon minero, sobre canon y regalías mineras de la Universidad Nacional de Moquegua por medio de la Unidad de Proyectos de Investigación e Innovación (UPII-DITT) el financiamiento de la presente tesis (Resolución de Comisión Organizadora N° 059-2023-UNAM).

A nuestro asesor Dr. José Antonio Valeriano Zapana por ser parte del equipo, y brindarnos la orientación y el apoyo oportuno durante el desarrollo de la tesis.

A nuestros docentes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental y de la UNAM, les expresamos nuestra más sincera gratitud por su compromiso con la enseñanza y por transmitirnos no solo conocimientos y experiencia, sino también valores y una pasión por la Ingeniería Ambiental.

A Sr. Guido Fernández por acompañarnos, brindarnos su amistad y en medio de bellas pláticas, entregarnos las pastillas de sabiduría para nuestras vidas.

A todas mis amistades que creyeron en nosotros, y nos brindaron palabras de aliento y ánimo para seguir adelante y cumplir con este objetivo.

RESUMEN

Los macroinvertebrados bentónicos son invertebrados visibles a primera vista que se alojan en el fondo o sustrato de los ecosistemas acuáticos ya sean ríos, lagos o mares. La existencia de metales pesados en los cuerpos de agua se da de forma antrópica o natural, los cuales estos tienen la capacidad de generar efectos adversos en la salud de las personas, los animales y los ecosistemas. Estos invertebrados son de gran diversidad y presentan un alto nivel de sensibilidad a los cambios en el medio ambiente, lo cual hace que sean utilizados como indicadores bióticos de la calidad de las aguas, permitiendo evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos. Su permanencia y abundancia de ciertos macroinvertebrados pueden indicar niveles de contaminación biológica y presencia de sustancias toxicas en el agua, permitiendo identificar fuentes de contaminación. El presente estudio seleccionó un área del rio Osmore ubicado dentro de la jurisdicción de la provincia de Ilo, región de Moquegua. El objetivo de la actual investigación fue determinar la relación que tienen los macroinvertebrados bentónicos y los factores ambientales estresantes mediante el estudio de los índices bióticos, el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos y la aplicación de los ECA's para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se recolectaron muestras de agua, donde se evaluaron los parámetros de temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, aniones, fosfatos, metales inorgánicos, turbidez, solidos suspendidos totales, DQO, DBO_5, coliformes termo tolerantes y potencial redox (oxido-reducción), y muestras de 250gr de macroinvertebrados en 9 estaciones de muestreo. Posterior a ello, las muestras fueron remitidas al laboratorio de SGS S.A. para su análisis. Obteniendo que los índices bióticos presentan relación directa y significativa con los factores ambientales del río Osmore, confirmando que los macroinvertebrados acuáticos responden de manera predecible a la calidad agua. La correlación moderada positiva entre el Índice de Calidad Ambiental para Recursos Hídrico Superficial y el Índice Biótico de Familias es $r = 0.59$ valida la utilidad de ambos como herramientas complementarias en la evaluación de ecosistemas acuáticos.

Palabras claves: Macroinvertebrados, factores ambientales estresantes, índices bióticos, índices de calidad de agua.

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates are invertebrates that are visible at first sight and are found in the bottom or substrate of aquatic ecosystems, whether they are rivers, lakes or seas. The existence of heavy metals in water bodies occurs anthropogenically or naturally, which have the capacity to generate adverse effects on the health of people, animals and ecosystems. These invertebrates are of great diversity and present a high level of sensitivity to changes in the environment, which makes them used as biotic indicators of water quality, allowing the quality of aquatic ecosystems to be evaluated. Their permanence and abundance of certain macroinvertebrates can indicate levels of biological contamination and the presence of toxic substances in the water, allowing the identification of sources of pollution. The present study selected an area of the Osmore river located within the jurisdiction of the province of Ilo, Moquegua region. The objective of the current research was to determine the relationship between benthic macroinvertebrates and environmental stressors through the study of biotic indices, the environmental quality index of water resources and the application of ECA's for physicochemical and microbiological parameters. Water samples were collected, where the parameters of temperature, electrical conductivity, pH, dissolved oxygen, anions, phosphates, inorganic metals, turbidity, total suspended solids, DQO, DBO_5, thermotolerant coliforms and redox potential (oxido-reduction), and samples of 250gr of macroinvertebrates were evaluated in 9 sampling stations. The samples were then sent to the SGS S.A. laboratory for analysis. Obtaining that the biotic indexes present a direct and significant relationship with the environmental factors of the Osmore River, confirming that aquatic macroinvertebrates respond in a predictable way to water quality. The moderate positive correlation between the Environmental Quality Index for Surface Water Resources and the Biotic Index of Families ($r = 0.59$) validates the usefulness of both as complementary tools in the evaluation of aquatic ecosystems.

Keywords: Macroinvertebrates, environmental stressors, biotic indices, water quality indices.

ÍNDICE GENERAL

I. Planteamiento del problema..... 13

1.1. Descripción y formulación del problema..... 13

1.2. Objetivos..... 14

1.2.1. Objetivo general..... 14

1.2.2. Objetivos específicos..... 14

1.3. Justificación e importancia..... 15

1.4. Hipótesis..... 16

1.4.1. Hipótesis general..... 16

1.4.2. Hipótesis especificas..... 16

1.5 Variables..... 17

1.5.1. Variable 1 (Independiente)..... 17

1.5.2. Variable 2 (Dependiente)..... 17

II. Marco Teórico..... 18

2.1. Antecedentes..... 18

2.1.1. A nivel nacional:..... 18

2.1.2. A nivel internacional:..... 23

2.2. Bases teóricas..... 25

2.2.1. Calidad de agua..... 25

2.2.2. Contaminación del ambiente acuático..... 25

2.2.3. Monitoreo y evaluación de la calidad del agua..... 26

2.2.4. Bioindicadores..... 26

2.2.5. Macroinvertebrados acuáticos 26

2.2.6. Parámetros físico químicos del agua 27

2.2.7. Estándar de Calidad Ambiental 27

2.3. Definición de términos 27

2.3.1. Factores ambientales estresantes 27

2.3.1.1. Arsénico 27

2.3.1.2. Aluminio 28

2.3.1.3. Boro 5 28

2.3.1.4. Caudal (m3/s) 28

2.3.1.5. Cadmio 29

2.3.1.6. Conductividad Eléctrica (mS/cm) 29

2.3.1.7. Coliformes termotolerantes (NMP) 29

2.3.1.8. Demanda Biológica de Oxigeno (DBO_5) 29

2.3.1.9. Demanda Química de Oxigeno 29

2.3.1.10. Fosfatos (mg/L) 30

2.3.1.11. Hierro 30

2.3.1.12. Manganeso 30

2.3.1.13. Nitratos (mg/L) 31

2.3.1.14. Potencial de Hidrogeno 31

2.3.1.15 Potencial de Oxido Reducción (ORP) 31

2.3.1.16. Solidos Totales Disueltos (mg/L) 32

2.3.1.17. Oxígeno disuelto (mg/L) 32

2.3.1.18. Plomo 32

2.3.1.19. Temperatura (°C) 33

2.3.1.20. Turbidez (FTU) 33

2.3.2. Índices bióticos 33

2.3.2.1. Coleóptera 33

2.3.2.2. Ephemeroptera 33

2.3.2.3. Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP) 34

2.3.2.4. Índice Biótico de Familias (IBF) 34

2.3.2.5. Índice de Diversidad 34

2.3.2.6. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) 34

2.3.2.7. Índice de Calidad de Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) 35

2.3.2.8. Odonata 35

2.3.2.9. Plecoptera 35

2.3.2.10. Trichoptera 36

III. Metodología 37

3.1. Tipo y Nivel de Investigación 37

3.1.1. Tipo de Investigación 37

3.1.2. Nivel de Investigación 37

3.2. Ámbito temporal y espacial 37

3.3. Población y Muestra 37

3.3.1. Población 37

3.3.2. Muestra 37

3.4. Instrumentos 38

3.4.1. Técnicas para recolección de datos 38

3.4.2. Toma de muestras de macroinvertebrados (Método Red Surber) 39

3.4.3. Toma de muestras físico químicas y microbiológicas 39

3.4.4. Instrumentos y equipos para recolección de datos 39

3.5. Validación y confiabilidad de los instrumentos 41

3.6. Análisis de datos 43

3.6.1. Índices Bióticos 43

3.6.2. Factores ambientales estresantes 50

3.6.2.1. Parámetros físicos químicos, químicos inorgánicos y microbiológicos 50

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 57

VI. RECOMENDACIONES 96

VII. REFERENCIAS 98

VIII. ANEXOS 100

Índice de Ilustraciones

Figura 1 Ph. *63*

Figura 2 Conductividad *64*

Figura 3 Oxigeno disuelto *65*

Figura 4 Temperatura *66*

Figura 5 Potencial óxigeno - reduccion *67*

Figura 6 Sólidos totales en suspensión. *67*

Figura 7 Turbidez *68*

Figura 8 Demanda Bioquimica de Oxigeno *69*

Figura 9 Demanda Quimica de Oxigeno. *70*

Figura 10 Numero de Coliformes fecales o termotolerantes. *72*

Figura 11 Nitratos. *74*

Figura 12 Fosfatos. *75*

Figura 13 Cadmio. *76*

Figura 14 Aluminio. *77*

Figura 15 Arsénico. *78*

Figura 16 Boro. *79*

Figura 17 Hierro. *80*

Figura 18 Manganeso. *81*

Figura 19 Plomo. *82*

Figura 20 Mapa de calor de Correlación (IBF, ETP, BMWP, Shannon). *85*

Figura 21 Mapa de calor de Correlación ICARSH - Spearman. *87*

Índice de tablas

Tabla 1. Materiales e insumos *40*

Tabla 2, Equipos *41*

Tabla 3. Clasificación de calidad de agua basada en los valores del índice de EPT *44*

Tabla 4. Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas para los mediterráneos de Chile. *45*

Tabla 5. Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas..... *46*

Tabla 6, Clasificación de calidad de agua basada en los valores del IBF..... *46*

Tabla 7. Clasificación de la calidad del agua de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Weaver *48*

Tabla 8. Valores de cálculo del índice biótico (nPeBMWP) según su tolerancia *49*

Tabla 9. Valores de clasificación de calidad del agua según el índice BMWP..... *49*

Tabla 10, Interpretación de la Calificación ICARSH..... *56*

Tabla 11, Composición taxonómica de macroinvertebrados del rio Osmore *58*

Tabla 12. Calidad del agua por medio del índice Biótico del rio Osmore..... *58*

Tabla 13, Características ambientales por medio del índice Biótico de Familias del rio Osmore..... *59*

Tabla 14. Calidad del agua por medio del índice de Biodiversidad del rio Osmore *60*

Tabla 15, Calidad del agua por medio del índice de Biodiversidad del rio Osmore *60*

Tabla 16. Parámetros físicos por estaciones de muestreo y épocas..... *62*

Tabla 17 Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes por estaciones de muestreo y época..... *71*

Tabla 18. Parámetros químicos por estaciones de muestreo y época *73*

Tabla 19, Tabla unificada con todos los índices bióticos por estación (IBF, ETP, BMWP y Shannon) *84*

Tabla 20. Tabla unificada con todos los índices bióticos por estación (IBF, ETP, BMWP y Shannon) *85*

Tabla 21. Correlacionar los índices bióticos y el ICARHS en el rio Osmore. 86

I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción y formulación del problema

A partir de las últimas décadas, los ecosistemas acuáticos sufren diferentes grados de perturbación y estrés lo cual origina una pérdida de su calidad sin precedentes, ya que con mayor frecuencia es atribuido a presiones antropogénicas intensas, incluida la contaminación urbana, industrial y agrícola (Niu et al., 2021). Entre las actividades antropogénicas, el desarrollo de las tecnologías industriales condujo a un rápido crecimiento económico e incremento de la población, acompañado de una cantidad cada vez mayor de áreas destinadas para el acopio de los residuos sólidos, así como el vertimiento de aguas residuales, lo que tiene un impacto negativo hacia la calidad de las aguas y la salud de los ecosistemas acuáticos (Hu et al., 2022)

Actualmente los ríos sufren un relevante deterioro ecológico, debido principalmente a las actividades antrópicas como: regulación de caudales, encausamientos, agricultura, industria, ocupación de las riberas, y urbanización. Según la UNESCO millones de personas en todo el mundo, como resultado de dicho deterioro se encuentran afectadas por la degradación de los ríos. Casi el 50% de la población del globo terráqueo tendrá que vivir en zonas de gran estrés hídrico para el año 2030 (UNESCO, 2020).

La calidad de agua en el Perú es uno de los problemas con gran relevancia, siendo así obstáculo para alcanzar el aprovechamiento eficiente del recurso, lo cual implica el abastecimiento en cantidad, calidad y de manera sostenible (Villena Chávez, 2018).

En el rio Osmore existen diferentes actividades humanas tales como agricultura, ganadería, agroindustria, captación de agua para uso poblacional, etc., las cuales generan la alteración de la calidad de las aguas y es de gran importancia conocer y estudiar su estado aplicando las diferentes metodologías de estudio conocidos. En el año 2012 según el Informe Técnico de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), para el Boro (parámetro peligroso) sobrepasaba el ECA establecido en la categoría 3, y excediendo ligeramente en sodio para la misma categoría (ANA, 2012). Cabe mencionar que en el año 2020 se realizaron denuncias por medio de la

Autoridad competente (ANA) por presunta contaminación por aguas residuales, también por presencia de residuos sólidos y por presentar malos olores de las aguas del rio Osmore.

Los estudios de la calidad de las aguas deben ser basados en herramientas verídicas que faciliten la determinación, ya sea de la calidad fisicoquímica como biológica, con un enfoque que apunte a fortalecer la toma de decisiones para el cuidado del ecosistema acuático como de la población. Las comunidades biológicas presentes en un cuerpo de agua dulce, para este caso los macroinvertebrados, responden a las variaciones y perturbaciones ambientales ya se de forma espacial y temporal a tales interacciones, siendo un excelente indicador biológico por ser individuos con amplios ciclos de vida, permitiendo estudiar y evaluar la calidad del recurso hídrico; son de gran abundancia y de amplia distribución, con un método de rápida recolección y de identificación, lo cual presentan un elevado nivel de tolerancia que los hace resistentes o vulnerables a la presencia de diferentes factores estresantes que se produzcan en su entorno (Meneses Campo et al., 2019)

Debido a lo expuesto anteriormente es de importancia realizar este estudio, el cual tiene el objetivo de identificar la relación que poseen los indicadores bióticos con las características ambientales como estresantes de los cuerpos de agua, y así realizar un mejor estudio de la calidad de las aguas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la relación que tienen los índices bióticos con los factores ambientales estresantes a fin de estudiar la calidad de las aguas en el rio Osmore.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar la composición taxonómica de macroinvertebrados bentónicos del rio Osmore.
- Determinar la calidad de las aguas del rio Osmore mediante índices bióticos.

- Caracterizar en base a los ECA’s las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en el rio Osmore.
- Correlacionar los índices bióticos con parámetros ambientales que superan los ECA’s y el ICARHS en el rio Osmore.

1.3. Justificación e importancia

La presente tesis de investigación surge con el objetivo de analizar la relación que tienen los índices bióticos con los factores ambientales estresantes (fisicoquímico, químicos inorgánicos y microbiológicos), así mismo conocer la relación que tiene la calidad del agua determinado por los antes mencionados índices bióticos como los índices de calidad agua. Como es de saber el agua es el líquido elemental básico para la existencia de todo ser vivo, así como alimentación, higiene y las actividades cotidianas del ser humano, como la agricultura, las actividades agroindustriales y para el bienestar del desarrollo natural de los ecosistemas continentales como el costero, en tal sentido, la importancia que el valioso recurso se encuentre con la calidad requerida según el uso al cual será dirigido, lo cual es de valioso valor, ya que si la calidad del agua no es la adecuada, no solamente no cumple con el estándar sino que este puede ser origen de proliferación de enfermedades para el ser humano, así como para la ganadería, también las plantaciones pueden absorber contaminantes dañinos, y finalmente se genera un daño ecológico lo cual se vuelve una cadena de eventos peligroso para el ciclo de vida de la biosfera.

La calidad del agua presente en el rio Osmore según algunos estudios indican que para los parámetros de campo de la calidad del agua es encuentra por debajo de los ECA’s establecidos para agua de riego de vegetales y bebida de animales, así mismo como para conservación del medio acuático, cabe precisar que también se observa variaciones en las épocas de avenida y estiaje, siendo la época de mayor caudal la que aumenta significativamente en metales pesados, del mismo modo en la época de estiaje aunque no superan los ECA’s, se ha observado un aumento con el paso de los años, también en estudios de la abundancia de los macroinvertebrados y de fitoplancton se encuentra en bajos niveles de abundancia debido a la presencia de actividades antrópicas cercanas a la zona y también varían

según las épocas del año (Bernal Villanueva, 2017; Cordova Cordova, 2021; Quicaño Gainza, 2019; Sanchez Valencia, 2019).

El uso de los bioindicadores de la calidad de las aguas pueden ser una herramienta de gran valor verídico, para determinar su buen estado, es por ello el objetivo de este estudio, el cual es comprender la relación que tienen estos individuos especialistas a proliferar según las condiciones ambientales presentes y adaptarse a las condiciones ambientales del cuerpo de agua en el cual habitan.

Para proteger y restaurar los recursos hídricos, es necesario aclarar el nivel de contaminación. Por lo tanto, los índices de calidad de las aguas se han desarrollado e introducido en todo el mundo para estudiar el estado del agua, donde los estándares de calidad de las aguas, han sido de gran importancia en el control de la contaminación durante los últimos 40 años. Mediante el desarrollo científico y tecnológico en el área del medio ambiente acuático, los investigadores generalmente están de acuerdo en que, en el contexto de los estándares de calidad de las aguas, deben representar el estado de salud de los ríos integrando el estado físico, químico y ecológico. Sin embargo, los estándares tradicionales de calidad del agua adoptaron la comparación de las características de calidad química que no brindan una descripción precisa del estado de salud de los ríos son insuficientes para cumplir con el objetivo ecológico de gestión ambiental sin criterios biológicos complementarios de calidad del agua.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Los índices bióticos poseen relación directa con los factores ambientales estresantes lo cual son útiles para evaluar la calidad del agua en el rio Osmore.

1.4.2. Hipótesis especificas

- La composición taxonómica de macroinvertebrados identificada tuvo una mayor abundancia en la familia de *Chironomidos* y *Baétidos*.
- Los índices bióticos aplicados para la evaluación de las aguas del rio Osmore evidenciaron un nivel calificativo regular en su calidad.

- Se registraron conforme a los ECA's bajas concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se muestrearon en el rio Osmore.
- El grado de correlación entre los índices bióticos con los factores ambientales estresantes que superan los ECA's y el ICARHS es mayor a 0,4 indicando una correlación positiva media. Con nivel de significancia de 95% en el rio Osmore.

1.5 Variables

1.5.1. Variable 1 (Independiente)

- Factores ambientales estresantes (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos)

1.5.2. Variable 2 (Dependiente)

- Índices bióticos (nPeBMWP, ETP, IBF, Shanon)

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes.

2.1.1. A nivel nacional:

La aplicación de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores ha sido fundamental en la evaluación de hábitats sensibles y de alto valor ecológico. Un estudio desarrollado en las regiones de Junín y Pasco empleó índices bióticos para analizar la calidad del agua en los hábitats naturales de *Telmatobius macrostomus* y *T. brachydactylus*, especies de anfibios amenazadas. Los resultados mostraron que la presencia y diversidad de macroinvertebrados estaban estrechamente relacionadas con los niveles de contaminación orgánica, sólidos suspendidos y alteraciones fisicoquímicas, lo que permitió establecer categorías de calidad del agua. Esta metodología, basada en el uso de comunidades bentónicas, resalta su utilidad en ecosistemas andinos afectados por actividades humanas, y es aplicable a contextos similares como el de la cuenca baja del río Osmore (Ticona Mamani, 2022).

En la cuenca baja del río Osmore, ubicada en la provincia de Ilo, se ha identificado una estrecha relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. El estudio realizado en 2021 mostró que factores como la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH y la conductividad eléctrica tienen una influencia directa sobre la composición y abundancia de estas comunidades biológicas. Estos hallazgos refuerzan el uso de los macroinvertebrados como indicadores sensibles de la calidad del agua y permiten establecer correlaciones significativas entre los índices bióticos y los factores ambientales estresantes, aportando información crucial para la gestión y monitoreo de los cuerpos hídricos de la región (García Mamani, 2021).

La caracterización integral de cuerpos de agua, que considera tanto variables fisicoquímicas como componentes biológicos, ha demostrado ser esencial para evaluar el estado ecológico de los ríos en zonas altoandinas. En el estudio realizado en el río Grande, en la localidad de Cortegana (Cajamarca), se identificó una estrecha relación entre los niveles de oxígeno disuelto, temperatura, sólidos totales y la presencia de macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado

ambiental del ecosistema. La aplicación de índices bióticos, en conjunto con análisis de calidad fisicoquímica, permitió detectar zonas con alteración ecológica, aportando información relevante para la gestión ambiental local. Estos hallazgos son comparables a otras regiones del país, como la cuenca del río Osmore, donde la presión antrópica también representa un riesgo para la integridad biológica del sistema hídrico (Torres Paredes, 2020).

El uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores ha demostrado ser una herramienta confiable en la evaluación de la calidad del agua en ríos sometidos a presiones antropogénicas. En un estudio aplicado al río Rímac, se identificó que la distribución y abundancia de estos organismos reflejan con precisión los niveles de contaminación, especialmente en tramos afectados por descargas domésticas, industriales y residuos sólidos. A través del análisis de índices bióticos y parámetros ambientales, se concluyó que la riqueza de macroinvertebrados disminuye en zonas con mayor estrés ambiental, lo cual evidencia su sensibilidad a cambios fisicoquímicos y su utilidad en programas de monitoreo ecológico (Castro Cáceres, 2018).

El uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores ha sido ampliamente validado en diversas cuencas hidrográficas del Perú. Un estudio realizado en el río Rímac evidenció que la composición y diversidad de estos organismos varían significativamente en respuesta a las alteraciones fisicoquímicas del agua, especialmente en zonas con fuerte influencia antropogénica. La investigación demostró que índices bióticos como el BMWP y el ASPT permiten clasificar los cuerpos de agua según su nivel de contaminación, siendo herramientas eficaces para el monitoreo ecológico. Estos resultados subrayan la relevancia de integrar factores ambientales estresantes en el análisis biológico, ofreciendo un enfoque integral para la evaluación de la calidad del agua (Castro Cáceres, 2018).

En la Tesis titulado: “Evaluación de la degradación de ecosistemas dulceacuícolas en la cuenca baja del rio Uctubamba (Amazonas-Perú), mediante el estudio de los macroinvertebrados bentónicos, esta tesis tuvo como objetivo evaluar la alteración de los medios acuáticos donde habitan estas poblaciones, ya que son un reflejo de las variaciones en su entorno. Se realizaron muestreos en seis estaciones a lo largo del río

principal y sus afluentes, lo que permitió establecer zonas de monitoreo y análisis. Estas zonas fueron evaluadas en dos épocas distintas: durante la temporada húmeda en febrero de 2009 y en la temporada seca en septiembre de 2009. En el transcurso de este estudio, se identificaron cambios significativos en las propiedades ambientales y en la calidad del agua entre ambas estaciones. Los resultados se sustentaron en mediciones bioindicadoras de composición, riqueza y estudios bióticos, lo que confirmó las conclusiones del proyecto. Finalmente, se logró determinar la viabilidad de identificar diferentes niveles de alteración en los ecosistemas lóticos de la cuenca baja del río Uctubamba (Valcarcel, 2011).

En la tesis titulada: “Macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua en la sub cuenca de Achamayo, Concepcion”, el propósito fundamental de este estudio fue aprovechar los macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos para evaluar la calidad del agua en la subcuenca hidrográfica de Achamayo. Para ello, se aplicaron diversos índices bióticos, tales como el BMWP, EPT y el Índice Biótico Familiar (IBF), junto con índices de biodiversidad como Shannon-Wiener, Simpson y riqueza, con el objetivo de identificar la calidad del agua. Además, se examinó la correlación entre los índices bióticos y los parámetros fisicoquímicos del agua. Los resultados evidenciaron que el índice EPT, que incluye a los grupos Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, refleja una variabilidad en la calidad del agua que varía desde "buena" hasta "mala". Este índice mostró una notable similitud con el índice IBF, el cual demostró ser más efectivo en la determinación de la calidad del agua en la subcuenca de Achamayo. Además, se encontró una relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos y los índices biológicos, utilizando el método de correlación de Pearson. Estos hallazgos subrayan la relevancia de los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del recurso hídrico en la subcuenca de Achamayo. (Soto, 2013).

En el proyecto denominado “Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del rio Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú”, se llevó a cabo una evaluación de la diversidad biológica de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el río Cunas, mediante el muestreo en tres estaciones durante las épocas húmeda y seca. Para analizar las variaciones provocadas por las aguas residuales, se consideró la carga de DBO_5 y

se recogieron muestras para la detección de coliformes termotolerantes, nitratos y fosfatos. Los resultados mostraron que la DBO_5 en las aguas residuales generadas por la actividad acuícola era de 7. 70 mg/L, mientras que en el contexto urbano se registró un valor de 428. 3 mg/L, y la actividad pecuaria alcanzó los 860 mg/L. En cuanto a los parámetros físico-químicos y microbiológicos, se evidenciaron notables diferencias en temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos. También se identificaron siete clases, 12 órdenes y seis familias de macroinvertebrados. Se concluyó que el vertido de aguas residuales provenientes de las actividades urbanas y pecuarias genera un impacto significativo en las comunidades de macroinvertebrados bentónicos (Custodio & Chanamé, 2016).

El Ministerio de Agricultura y Riesgo (MINAGRI), por medio de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), llevó a cabo la recolección de muestras del recurso hídrico en el río Osmore y en la región de Moquegua. Esta actividad tuvo como objetivo evaluar la supuesta contaminación del río, atribuida a las aguas residuales (ANA, 2012).

En la tesis “Niveles de metales pesados (Pb, Al y Sr) en época de avenida y estiaje en el rio Osmore, región Moquegua”, el área de estudio se localiza en una región de influencia directa, donde se extraen principalmente minerales como el cobre y el molibdeno. Entre octubre de 2016 y marzo de 2017, se llevaron a cabo muestreos en seis estaciones de monitoreo: Azana-Tumilaca, Huaracane-Otora, Moquegua, Torata, Osmore Alto y Osmore Bajo, que finalmente desembocan en la costa. Los resultados obtenidos reflejan que el pH, tanto en la temporada seca como en la húmeda, se ajusta a los valores establecidos por el ECA en 2017, mostrando una ligera variación en las estaciones más cercanas a la costa que indica suelos alcalinos. En todas las estaciones, la conductividad se encuentra dentro de los estándares requeridos, evidenciando bajos niveles de sales disueltas. Además, el oxígeno disuelto presenta valores óptimos, lo que sugiere una buena calidad del agua en los ríos de la cuenca Moquegua-Ilo-Osmore. También se registraron concentraciones mínimas de aluminio, variando de 3. 73 mg/L a 0. 0565 mg/L, así como de plomo, con un nivel de 0. 00172 mg/L (Sanchez Valencia, 2019).

En la tesis “Relación de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebradas acuáticos en la cuenca baja del rio Osmore, Ilo – Moquegua, 2021”, en agosto de 2021, se realizó un estudio en la cuenca baja del río Osmore, donde se evaluaron 10 estaciones de muestreo. Durante este análisis, se examinaron diversas características fisicoquímicas del agua, tales como la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica, con el objetivo de determinar su calidad. Además, se llevó a cabo un estudio de los macroinvertebrados bentónicos, aplicando los análisis biológicos de diversidad y abundancia, mediante el índice de Shannon y el índice biótico BMWP/col. Los parámetros fisicoquímicos fueron analizados de acuerdo a las categorías 3 y 4 del estándar ECA, arrojando resultados de pH entre 7. 97 y 8. 52, temperaturas que oscilaron entre 22. 55 °C y 24. 93 °C, conductividades eléctricas de 2335 a 2662 µS/cm y un oxígeno disuelto que varió entre 0. 33 y 5. 54 ml/L. En cuanto a los macroinvertebrados bentónicos, se identificaron un total de 24,463 individuos, distribuidos en 15 familias y 9 órdenes. Las familias más frecuentes fueron *Simuliidae*, *Chironomidae* y *Baetidae*, mientras que las familias *Ceratopogonidae*, *Glossiphoniidae*, *Hydrophilidae*, *Stratiomyidae*, *Thiaridae* y *Veliidae* se presentaron con menor frecuencia. Los resultados obtenidos para el índice de dominancia y el índice de biodiversidad mostraron valores mínimos, lo que sugiere que esta situación se debe en gran medida al estrés derivado de actividades antrópicas. Por último, se encontró una correlación significativa entre dos variables fisicoquímicas y las comunidades de macroinvertebrados, así como con la evaluación biológica (BMWP/Col) (Cordova Cordova, 2021).

En el estudio titulado “Evaluación de la presencia de metales totales y disueltos (Cd, Se, Zn, Ti) en la cuenca del rio Osmore – Ilo, efecto en época de avenida”, se llevaron a cabo seis estaciones de muestreo conforme al Protocolo de Monitoreo de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua. En este estudio, se analizaron las concentraciones de metales durante las épocas de estiaje y avenida. El objetivo principal fue comparar y contrastar las variaciones en las concentraciones de dichos metales, así como evaluar la calidad del agua de las cuencas de los ríos Moquegua y Osmore. Los resultados obtenidos indicaron que, en todas las estaciones de muestreo, las concentraciones de metales pesados excedieron los estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos para agua, tanto para la categoría 1 – uso poblacional y recreacional, en la subcategoría

A2, que corresponde a aguas que pueden ser potabilizadas mediante tratamiento convencional, como para la categoría 3 – riego de vegetales y bebida de animales, en las subcategorías D1 (riego de vegetales) y D2 (bebida de animales). Las concentraciones más elevadas de metales totales registradas en esta investigación, tanto en la época seca como en la húmeda, alcanzaron 0,00073 mg/L para el cadmio. (Quicaño Gainza, 2019).

En el estudio titulado "Determinación de la diversidad de fitoplancton y la relación con los parámetros fisicoquímicos del agua del rio Osmore en épocas de avenida y estiaje 2017", la investigación se llevó a cabo entre enero y noviembre, durante los cuales se realizaron un total de 170 muestreos para evaluar los parámetros fisicoquímicos y 8 para las muestras de fitoplancton. Los resultados revelaron que en la época húmeda no se detectó la presencia de fitoplancton. Además, se registraron niveles de turbidez de 4840 FTU y un caudal de 3992,10 L/s. En contraste, durante la época seca, el promedio de turbidez fue de 1,24 FTU, con un caudal de 310,85 L/s. En conclusión, se determina que los parámetros de turbidez y caudal son los principales factores que afectan la composición de las comunidades de fitoplancton, con una influencia del 87,4%. (Bernal Villanueva, 2017).

2.1.2. A nivel internacional:

En el proyecto titulado "Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua de ríos del sur de Chile", la investigación se llevó a cabo entre enero y noviembre, durante los cuales se realizaron un total de 170 muestreos para evaluar los parámetros fisicoquímicos y 8 para las muestras de fitoplancton. Los resultados revelaron que en la época húmeda no se detectó la presencia de fitoplancton. Además, se registraron niveles de turbidez de 4840 FTU y un caudal de 3992,10 L/s. En contraste, durante la época seca, el promedio de turbidez fue de 1,24 FTU, con un caudal de 310,85 L/s. En conclusión, se determina que los parámetros de turbidez y caudal son los principales factores que afectan la composición de las comunidades de fitoplancton, con una influencia del 87,4% (Figueroa et al., 2003).

El estudio denominado: “Bioindicación de la calidad del agua en el Bosque Protector Río Guajalito en Ecuador”, el objetivo principal de este estudio fue evaluar la calidad del agua de los ríos Palmeras, Guajalito y Brincador a través del muestreo de macroinvertebrados bentónicos. Para complementar la información biológica obtenida, se realizaron análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua. Se observó una notable abundancia de las familias *Hydropsychidae*, *Chironomidae* y *Helicopsychidae*. La diversidad de los macroinvertebrados bentónicos evaluados presentó variaciones, al igual que los índices bióticos de calidad del agua: BMWP/Col, BMWP, IBMWP e índice de Sensibilidad, en relación con el impacto antrópico en las cuencas. Cabe destacar que la diversidad, abundancia y riqueza de los macroinvertebrados analizados entre estaciones con y sin cobertura vegetal no mostraron diferencias significativas. (Carolina et al., 2007).

La tesis titulada: “Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en las subcuencas del Yeguare, Honduras”, se realizó una evaluación de la calidad del agua en el río Yeguare y en cinco de sus afluentes en Honduras, utilizando índices biológicos que complementaron el análisis de parámetros fisicoquímicos. En las estaciones de muestreo, se llevaron a cabo monitoreos de estos parámetros, así como la recolección de macroinvertebrados bentónicos para determinar su diversidad mediante el índice biológico de Shannon-Weaver (H’). Además, se analizó la similitud de los resultados a través del índice de Morisita y otros índices bióticos. Como resultado del estudio, se identificó una diversidad de 1815, concluyendo que la comparación entre los índices biológicos y los parámetros fisicoquímicos fue complementaria, dado que las tendencias observadas fueron similares. (Álvarez & Pérez, 2007).

El estudio titulado “Evaluación del estado de la calidad bentónica y del funcionamiento del ecosistema del macrobentos del fondo blando en la región intermareal con referencia al golfo de Khambhat, India” El Golfo de Khambhat se encuentra en un entorno intermareal dinámico, influenciado por una variedad de factores, como la escorrentía de varios ríos, la llegada de aguas residuales procedentes de industrias y áreas urbanas, y fenómenos naturales, especialmente las

mareas. Por ello, es fundamental evaluar la calidad de las zonas intermareales a lo largo del golfo. Para este propósito, se utilizaron los macrobentos como indicadores del estado del fondo marino. El análisis BIOENV determinó que los parámetros de calidad de los sedimentos eran los más críticos, clasificando las ubicaciones en arenosas y arenoso-fangos. La evaluación de la calidad ecológica, a través de índices bióticos, reveló que Alang es la zona más contaminada, mientras que Diu se destacó como un hábitat prístino. Además, el análisis de rasgos biológicos (BTA) y los índices funcionales (FD) ilustraron el funcionamiento del ecosistema en el Golfo de Khambhat, donde la heterogeneidad del hábitat juega un rol crucial en la diversidad funcional y de especies. A pesar de que los índices bióticos mostraron resultados positivos en relación con la diversidad funcional, no se observó una relación significativa en este contexto. (Sahu & Haldar, 2022).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad de agua

Este concepto está vinculado principalmente al destino final para el cual se dará uso este recurso preciado, lo cual causa que su definición sea de mayor complejidad. De manera que podemos brindar el ejemplo donde la utilización de aguas grises para el consumo humano, sería altamente inapropiada por su alta carga orgánica, sin embargo, por la misma razón que evita que sea usado para el consumo humano, es esa misma característica la cual podría ser útil para el regadío de plantas ornamentales o plantaciones de bosque. Es de este modo que la definición de calidad de agua corresponde a al uso que se le dará. Lo cual este último indicará que parámetros y sus límites corresponderá (OMS, 2011).

2.2.2. Contaminación del ambiente acuático

La causa principal de la contaminación del cuerpo hídrico es el vertimiento de sustancias industriales y residuos sólidos de distintas texturas por el hombre directa o indirectamente. A continuación, mencionaremos algunas consecuencias: Perdida de las comunidades biológicas, peligro y riesgos a la salud humana, variación a las cadenas productivas relacionadas a la actividad pesquera, deterioro de la calidad de agua ya se para uso de las diferentes actividades antrópicas (OMS, 2011).

2.2.3. Monitoreo y evaluación de la calidad del agua

Se define como el monitoreo de calidad de agua la medición sistemática de variables y procesos a través del tiempo. Podemos decir que es un estudio del agua que tiene como objeto recopilar información en determinadas características biológicas, químicas y físicas, para su determinado análisis, lo cual nos permita conocer si son aptas según cual sea su uso (ANA, 2016).

2.2.4. Bioindicadores

El indicador biológico está establecido como la especie o su conjunto que tienen características singulares relacionadas a una o un conjunto de variables ya sea física o química, de tal forma que la morfología, presencia o ausencia, número o comportamiento de esas especies en particular, señale que las variables fisicoquímicas mencionadas, se encuentran entre sus límites máximos permisibles para la especie. El análisis de la calidad de los cuerpos de agua se favorece con el uso de los bioindicadores biológicos, de manera que dicho análisis requiere identificar y cuantificar los organismos basado en índices de diversidad acondicionado a los valores que califican la calidad de los cuerpos de agua (Roldán & Ramírez, 2008).

2.2.5. Macroinvertebrados acuáticos

Comunidad variada de microorganismos invertebrados con una dimensión mayor a 500 μ, que no presentan espina dorsal, por lo tanto, son sencillos de ver sin necesidad de usar el microscopio, también son fuente de energía para especies con mayor tamaño, estas características les permiten ser utilizados para los análisis como bioindicadores, presentando además alto nivel de sensibilidad a variaciones externas que alteran la composición de sus comunidades (Roldán & Ramírez, 2008).

Los macroinvertebrados acuáticos son vulnerables a distintas variaciones fisicoquímicas, su vulnerabilidad puede causar una alteración en su estructura y composición frente a una modificación en la calidad del recurso hídrico a estudiar (Pond et al., 2013).

2.2.6. Parámetros físico químicos del agua

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos permite con tenacidad identificar sus características, así también como la presencia de algún tipo de contaminante que es vertido al cuerpo de agua. Lo cual la clasificación de su estado dependerá del uso o fin que tendrá este recurso. Una de sus desventajas de utilizar este tipo de análisis es por alto costo, y el tiempo de recibir los resultados de estos análisis son exacta y provisional (Villamarín, 2008).

2.2.7. Estándar de Calidad Ambiental

Nivel de concentración de los compuestos, sustancias o características físicas, químicas y biológicas, presentes en el suelo, aire o agua, en su naturaleza del cuerpo ecológico que recibe, que no origina un alto potencial de daño para la salud de población ni al ambiente ecológico. El ECA toma en consideración la cantidad de concentración de los contaminantes presentes en los cuerpos receptores y establece una línea base para el diseño de legislación y ejecución proyectos públicos y privados. El parámetro en particular al que refiere, su concentración es expresada en rangos, máximos o mínimos (MINAM, 2017)

2.3. Definición de términos

2.3.1. Factores ambientales estresantes

2.3.1.1.Arsénico

El arsénico se encuentra como residuo en diversos minerales y también llega al medio ambiente a través de actividades sísmicas y volcánicas. Este elemento puede contaminar el agua debido a la mezcla de minerales y a los desechos industriales que se depositan en la atmósfera. En cuerpos de agua superficial con buena oxigenación, el arsénico es generalmente más abundante. Sin embargo, en condiciones de reducción, como las que se observan en el sustrato de lagos de gran profundidad o en aguas subterráneas, su presencia se torna diferente. Un aumento del pH en estos entornos puede incrementar la concentración de arsénico disuelto en el agua (DIGESA, 2016).

2.3.1.2.Aluminio

El aluminio es un elemento que se encuentra en gran abundancia en la naturaleza, ocupando el tercer lugar entre los compuestos más presentes en la corteza terrestre, y constituyendo alrededor del 8% de su composición total. Este metal es un componente natural de tejidos animales, suelos y plantas, lo que explica su presencia en todas las aguas naturales, ya sea en forma de sal soluble, coloides o compuestos insolubles. Además, el aluminio puede hallarse en aguas tratadas o en aguas residuales, donde aparece como un residuo de floculación. Asimismo, su presencia en aguas naturales suele ser el resultado de la lixiviación de rocas y suelos (DIGESA, 2016).

2.3.1.3.Boro

El boro representa apenas el 0. 001% de la corteza terrestre y no se encuentra en forma de partículas libres. En el agua de mar, su presencia es escasa, con solo unas pocas partes por millón (ppm). Este elemento se encuentra en pequeñas cantidades, principalmente en los suelos, y es un componente esencial de numerosos silicatos, como la datolita y la turmalina. Las principales reservas de boro provienen de depósitos evaporíticos, como el borax y la colemanita. Además, el boro se transforma en ácido ortobórico (H_3BO_3) a partir de los gases emanados de los volcanes, lo que da lugar a la formación de sassolitas. También se generan menas de boro de manera natural durante la solidificación de magmas silicatados, siendo las pegmatitas los depósitos más destacados en este proceso. (DIGESA, 2016).

2.3.1.4.Caudal (m3/s)

Este parámetro se refiere al flujo de agua que atraviesa una superficie específica, ya sea un canal, una tubería, entre otros, durante un periodo de tiempo determinado. La unidad de medida para el volumen de agua puede expresarse en metros cúbicos, litros, etc., mientras que el tiempo puede medirse en horas, minutos, segundos, etc. (ANA, 2016).

2.3.1.5.Cadmio

Una de las principales fuentes de contaminación por cadmio en el medio ambiente es el uso de combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón. Además, este metal puede liberarse durante la fase de refinado de minerales como el plomo, el zinc o el cobre. La minería de metales no ferrosos también contribuye a la contaminación por cadmio, que puede provenir tanto de las minas como de las aguas residuales generadas en el procesamiento de estos minerales (DIGESA, 2016).

2.3.1.6.Conductividad Eléctrica (mS/cm)

Es la capacidad de dirigir corriente eléctrica que posee una solución acuosa. Dicha capacidad necesita de iones, movilidad, concentración total y valencia, asimismo la temperatura de cada una de las medidas. Los compuestos orgánicos son de muy buena conducción eléctrica y los que no se descomponen en soluciones acuosas muy poco y a veces nada ayudan con el flujo de corriente (DIGESA, 2016).

2.3.1.7.Coliformes termotolerantes (NMP)

Son todos aquellos coliformes originales del tracto intestinal de individuos vertebrados de sangre caliente como el hombre y especies ganaderas, que degradan la lactosa con generación de gas y acidez, constituyen los géneros de *Escherichia* y en menor medida *Citrobacter*, *klebsiella* y *Enterobacter* (DIGESA, 2016).

2.3.1.8.Demanda Biológica de Oxigeno (DBO_5)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) se refiere a la cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen en condiciones aeróbicas para llevar a cabo la oxidación de materia orgánica, dando como resultado agua y dióxido de carbono. Esta prueba es un indicador del grado de contaminación orgánica en una muestra de agua, específicamente en lo que respecta a la materia orgánica biodegradable (DIGESA, 2016).

2.3.1.9.Demanda Química de Oxigeno

Es la porción de oxígeno necesario para producir oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua manifestada en mg/L y se aplica un

oxidante ($K_2Cr_2O_7$), que se determinado durante tres horas, lo cual guarda relación con Demanda Bioquímica de Oxigeno (DIGESA, 2016).

2.3.1.10. Fosfatos (mg/L)

Los fosfatos son el principal compuesto en el que se presenta el fósforo en los cuerpos de agua naturales. Estos compuestos se encuentran comúnmente en detergentes y fertilizantes, y pueden llegar a las fuentes de agua a través del vertido de residuos agrícolas, desechos industriales y aguas residuales. Al igual que los nitratos, los fosfatos actúan como nutrientes para las plantas. Sin embargo, cuando hay un exceso de fosfatos en el agua, esto promueve su crecimiento desmedido, así como el de las algas, lo que provoca un fenómeno conocido como eutrofización. Este crecimiento excesivo se manifiesta en la forma de capas verdosas en la superficie del agua, que pueden llegar a cubrirla parcialmente. A medida que las plantas y las algas proliferan de esta manera, causan asfixia a otros organismos acuáticos (DIGESA, 2016).

2.3.1.11. Hierro

El hierro se encuentra en estado libre únicamente en algunas localidades específicas y también en meteoritos, donde se asocia naturalmente con el níquel. En la naturaleza, los minerales de hierro más importantes son las hematites, mientras que otros minerales destacados incluyen la limonita, la goetita, la siderita y la magnetita. Además, se presenta en cantidades reducidas en aguas naturales y en diversas plantas. Este mineral también forma parte de los tejidos musculares, así como en alimentos como la carne, los productos integrales, las patatas y algunos vegetales, aunque en menor concentración. El hierro se encuentra principalmente en la hemoglobina, un componente esencial que le da el color rojo a la sangre y que cumple la función vital de transportar oxígeno a través de nuestro cuerpo (DIGESA, 2016).

2.3.1.12. Manganeso

El manganeso es un metal que se encuentra en diversos tipos de sustratos. Este elemento también está presente en una amplia variedad de productos alimenticios, como las espinacas, el té y diversas hierbas. Entre

los alimentos que contienen mayores cantidades de manganeso se destacan los granos, el arroz, las semillas de soja, los huevos, los frutos secos, el aceite de oliva, las judías verdes y las ostras. Una vez absorbido por el organismo, el manganeso se transporta a través de la sangre hacia el hígado, los riñones, el páncreas y las glándulas endocrinas (DIGESA, 2016).

2.3.1.13. Nitratos (mg/L)

En los nitratos hay presencia de anión nitrato (NO_3-). Los nitratos (que proceden en nitritos en condiciones reductoras) generan un problema poco usual de contaminación, además de inducir la eutrofización. Los nitratos inorgánicos se generan naturalmente por la degradación de los compuestos nitrogenados como las proteínas, urea, etc. En esta degradación forma amoníaco o amonio, respectivamente (DIGESA, 2016).

2.3.1.14. Potencial de Hidrogeno

El parámetro de pH no muestra la cantidad de acidez o alcalinidad, lo que realmente indica es la inclinación de la acidez o a la alcalinidad del agua. Un valor de pH menos de 7 indica que se inclina hacia la acidez, por otro lado, un pH con valor mayor a 7 indica que se inclina hacia la alcalinidad. Generalmente en aguas naturales presentan un valor de pH de 4 a 9, sin embargo, mayormente se muestran un valor de pH levemente básico ocasionado por presencia de carbonatos y bicarbonatos (DIGESA, 2016).

2.3.1.15Potencial de Oxido Reducción (ORP)

El presente parámetro evalúa la energía química de las reacciones oxidación-reducción mediante un electrodo, convirtiéndola en energía eléctrica. El Potencial de Oxidación-Reducción, o potencial redox, se manifiesta como negativo en situaciones de reducción y positivo en casos de oxidación. Normalmente, estas reacciones redox están asociadas a variaciones en los niveles de pH. En 1971, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció el potencial redox como un indicador confiable para determinar la calidad del agua potable (DIGESA, 2016).

2.3.1.16.Solidos Totales Disueltos (mg/L)

El material particulado que se queda suspendido en el cuerpo de agua superficial y residual, es a lo que se denomina solidos suspendidos totales. Se reconocen como la cantidad de residuos o partículas retenidas en un filtro de fibra de vidrio con una porosidad nominal de 0.45 micras (DIGESA, 2016).

2.3.1.17.Oxígeno disuelto (mg/L)

La concentración de oxígeno presente en el agua es esencial para el equilibrio de los ecosistemas lóticos y lénticos, ya que sustenta la vida en estos cuerpos acuáticos. Además, se considera un indicador clave de la calidad del agua. Generalmente, niveles elevados de oxígeno disuelto reflejan una mejor calidad, mientras que bajos niveles pueden resultar letales para peces y otros organismos acuáticos. Este parámetro está relacionado con la temperatura del agua: a medida que la temperatura aumenta, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye, y a la inversa, cuando la temperatura baja, el oxígeno disuelto tiende a aumentar. En los cuerpos de agua lóticos, como ríos y arroyos, los valores normales oscilan entre 0 y 18 partes por millón (ppm), siendo necesario un mínimo de 5 a 6 ppm para mantener la diversidad biológica (DIGESA, 2016).

2.3.1.18.Plomo

Los cuerpos de agua naturales presentan, en general, solo trazas de plomo. Sin embargo, la principal fuente de este metal en dichos cuerpos proviene de actividades industriales, minero-extractivas y de los vertimientos de hornos de fundición, así como de cañerías antiguas fabricadas con plomo. Las aguas blandas y ácidas, especialmente las que provienen de pilones que no han recibido un adecuado tratamiento, pueden contener plomo debido al deterioro de las tuberías de servicio. Además, los alimentos pueden constituir otra fuente de acumulación de plomo, siendo los tubérculos y raíces comestibles, como la papa, el rábano, el camote y la zanahoria, los más susceptibles a albergar concentraciones significativas de este metal. Esta contaminación se ve acentuada por el uso de agua contaminada y de utensilios que contienen plomo en su composición. (DIGESA, 2016).

2.3.1.19.Temperatura (°C)

Los organismos, ya sean estenotérmicos o euritérmicos, que habitan en los cuerpos de agua dependen de condiciones específicas para su supervivencia, por lo que la temperatura del agua juega un papel fundamental. Además, esta variable influye en el comportamiento de otros indicadores clave de la calidad del agua, tales como el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad y diversos parámetros fisicoquímicos. (DIGESA, 2016).

2.3.1.20.Turbidez (FTU)

Se refiere a la pérdida de transparencia del agua causada por la presencia de partículas en suspensión. Este parámetro es un indicador de la calidad del agua, ya que mide la cantidad de sólidos (como arena, arcilla y otros materiales) que se encuentran suspendidos en ella. Cuanto más turbia o contaminada esté el agua, mayor será el nivel de turbidez (Marcó et al., 2004).

2.3.2. Índices bióticos

2.3.2.1.Coleóptera

Una gran parte de este orden se halla en cuerpos de agua lóticos y lénticos. Estas especies suelen encontrarse en sustratos que incluyen troncos, hojas en descomposición, grava, piedras, arena y vegetación sumergida. Las zonas donde su presencia es más abundante son aquellas con aguas someras, de baja velocidad de caudal, limpias, bien oxigenadas y con temperaturas medias (Roldán & Ramírez, 2008).

2.3.2.2.Ephemeroptera

El orden de los efemerópteros, también conocidos como ninfas, es una fascinante comunidad de delicados insectos acuáticos. Lo que los distingue de otros insectos es su fascinante ciclo de vida, que incluye una fase de vuelo terrestre antes de alcanzar el estado adulto sexualmente maduro. Estos insectos desempeñan un papel crucial en la cadena trófica de ríos y arroyos, siendo elementos esenciales para mantener el equilibrio energético en los ecosistemas acuáticos. Se pueden encontrar en casi cualquier tipo de cuerpo de agua, aunque su presencia es más notable y variada en ríos y arroyos con fondos rocosos. La duración de vida de los

adultos varía desde unas pocas horas hasta algunos días, lo que dificulta su localización en la naturaleza (Roldán & Ramírez, 2008).

2.3.2.3.Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP)

El índice ETP menciona la presencia o ausencia a los órdenes *Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera* en un grupo comunitario biológico en cada una de las muestras. Estas comunidades de estos insectos son vulnerables a las alteraciones de los parámetros del cuerpo de agua donde habitan (Gamboa et al., 2008).

2.3.2.4.Índice Biótico de Familias (IBF)

Este índice toma referencia la diversidad taxonómica de los individuos (familias) y su abundancia (Figueroa et al., 2003). Una de sus ventajas es el bajo costo para su ejecución, de rápida comprensión, con una elevada susceptibilidad a las alteraciones de la calidad del agua, y con un alto nivel de confiabilidad, debido a la aplicación de una operación matemática se obtiene los resultados necesarios para categorizar las singularidades ambientales en el cuerpo de agua en estudio (Carter et al., 2017).

2.3.2.5.Índice de Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Weaver utiliza tres factores principales: la riqueza de especies, equitabilidad y su abundancia (Broker et al, 1998). La aplicación de este índice como un método de indicación biológica ha menguado su consideración en los últimos años, a causa de su ineficacia para distinguir las relaciones biológicas y taxonómicas que presentes entre las especies (Segnini, 2003), estos siguen siendo empleados ya que aún no hay otros índices que los reemplacen (Mandaville, 2002).

2.3.2.6.Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

El presente índice es de sencilla aplicabilidad y uso para estudios de calidad de agua, las familias de los macroinvertebrados bentónicos son clasificadas en grupos de 10 siguiendo un pendiente de menor a mayor tolerancia a la contaminación. Donde se asigna cada familia una puntuación con un rango entre 10

- 1. Dicho procedimiento de puntuación permite confrontar el estado relativo entre estaciones de muestreo. Mencionado índice se basa en la alteración y adecuación del índice biótico andino, y de otros índices similares elaborados para Inglaterra (BMWP: Biological Monitoring Working Party Score), España (IBMWP), Chile (ChBMWP), Venezuela (IBMWP (RP-NdS)), Costa Rica (BMWP-CR) y Colombia (IBMWP/Col) (IAvH, 2016).

2.3.2.7. Índice de Calidad de Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)

Los índices de calidad de agua (ICA) son herramientas numéricas que agrupan información recolectada de diversos parámetros, facilitando así el procesamiento de un gran volumen de datos en un solo cálculo que permite identificar la calidad del recurso hídrico. Los ICARHS se convierten en un recurso fundamental para la gestión de la calidad del agua, ya que proporcionan a las autoridades pertinentes y al público local información básica sobre el estado de las aguas. Además, estos índices permiten determinar y comparar las condiciones de calidad del agua, así como sus posibles variaciones a lo largo del tiempo. La valoración de la calidad del recurso hídrico se presenta en una escala del 0 al 100, donde 0 indica una calidad pésima y 100 refleja una calidad sobresaliente (MINAGRI & ANA, 2017).

2.3.2.8. Odonata

Se pueden presentar en pozas, pantanos, orillas de lagos y de corrientes con bajo caudal y baja profundidad, y en regulares ocasiones con presencia abundante de vegetación acuática en la profundidad o superficialmente. Se encuentran en aguas limpias o levemente eutrofizadas (Roldán & Ramírez, 2008).

2.3.2.9. Plecoptera

El orden Plecoptera, comúnmente conocido como moscas de la piedra, representa un grupo relativamente pequeño de insectos. En la región de Centroamérica, las ninfas de estas moscas se reconocen fácilmente por sus dos cercos terminales, branquias torácicas y un par de uñas en cada pata. Aunque anatómicamente pueden confundirse con las efímeras (*Ephemeroptera*), se pueden

diferenciar de ellas gracias a la combinación de las características mencionadas anteriormente (Mandaville, 2002).

2.3.2.10. Trichoptera

Este orden es de gran importancia dentro de la cadena trófica para reciclador de nutrientes dentro de los cuerpos de agua tales como ríos y riachuelos. A consecuencia de su gran abundancia y que sus larvas muestras diferente resistencia y dependiendo de la familia y/o el género al que pertenecen, son bioindicadores de calidad de agua y de adecuada salud de un ecosistema acuático (Mandaville, 2002).

III. Metodología

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Las características de la investigación fueron: correlacional, comparativa, observacional, longitudinal. El enfoque correlacional la medición de relación que tienen las variables en un determinado momento. Comparativa ya que se compararon entre los diferentes puntos de muestreo, temporalidad e índices de determinación. Observacional implica que no se manipularon las variables en estudio en diferentes momentos, específicamente entre diciembre y enero. Longitudinal por que se realizaron toma de datos en diferentes tiempos. (Rebeca Landeau 2007).

3.1.2. Nivel de Investigación

Se trata de una investigación no experimental, de carácter correlacional y longitudinal, diseñada como un estudio evolutivo en grupo, ya que las variables no se manipularon, se recopilaron datos de carácter cuantitativo y se observó la variable en el espacio y tiempo. (Roberto Hernández Sampieri and Collado, Carlos Fernández 2014).

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población está compuesta por las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, asimismo como el cuerpo de agua del cual se recolectará las muestras en este caso el rio Osmore en diferentes altitudes correspondientes a los metros sobre el nivel del mar, dentro de la jurisdicción de la provincia de Ilo.

3.3.2. Muestra

Se llevó a cabo un muestreo no probabilístico, perteneciente al tipo de conveniencia, ya que va a depender de la accesibilidad, la presencia de los peligros y riesgos presentes en los accesos y a las estaciones de muestreo (Hernández et al., 2014).

El modo de muestreo que se utilizó es multietapa según con la EPA-823-B-01-002 (U.S. EPA, 2001). Dicho método facilitó la ubicación de estaciones al azar dentro de cada subárea para la obtención de estimaciones medias. De modo que se tomó nueve estaciones de muestreo durante la época seca y la época de estiaje dentro de la jurisdicción del rio Osmore.

Se recopiló según el protocolo de nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales una muestra de 500 gr de muestra de sedimento superficial de rio para la aplicación del procedimiento de cuarteo para la homogenización de muestra, ello descrito por Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifíton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. (fuente)

3.4. Instrumentos

3.4.1. Técnicas para recolección de datos

Para este estudio el tipo de muestreo de agua superficial se utilizó el tipo de muestra simple o puntal, denominada discreta, el cual refiere a la recolección de una fracción de agua en un sitio establecido para su evaluación independiente que simbolizan las cualidades del compuesto original del recurso hídrico para el tiempo, lugar y características particulares en el momento y periodo el cual se ejecutó la toma de la muestra. La cadena de puntos de muestreo del recurso hídrico que se aprovecharon de la sub cuenca de rio Osmore ubicada dentro de la jurisdicción de la provincia de Ilo (ver Anexo 2) se tomaron en cuenta según la ubicación de centros poblados, infraestructura hidráulica (bocatomas), zonas urbanas, vertimientos autorizados, red vial, fuentes de contaminantes puntuales, bocatomas de agua para uso poblacional, y difusas provenientes de las actividades antrópicas presentes (minería, industrias, acuícola, agrícola, etc.). Así mismo en la ubicación de los puntos se incluyeron los siguientes aspectos: Naciente del recurso hídrico, ubicación de cabecera de cuenca donde nace el rio, que sirve como referencia o "blanco", estuario o zona del desembocadero del rio a la zona costera, zona de monitoreo debajo de fuentes de vertimiento de sustancias contaminantes precisas o difusas, aguas debajo de la salida de embalses y/o captación de agua. El lugar determinado para la toma de las muestras contó con acceso seguro, evitando

caminos rocosos, empinados, fangos y vegetación densa (Agua, Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, 2016).

3.4.2. Toma de muestras de macroinvertebrados (Método Red Surber)

Se realizó con estructura metálica de 30 x 30 centímetros que sostiene una malla de aproximadamente 80 centímetros de longitud, con orificios de alrededor de 500 μm. Se colocó la red sobre el sustrato del fondo, en contra de la corriente, y se procedió a remover el sustrato con las manos. Todo lo levantado fue arrastrado por la corriente y quedaron atrapados los macroinvertebrados en la red. Esta actividad se repitió tres veces en cada punto de muestreo, lo que permitió determinar el número de organismos por metro cuadrado. El material recolectado se depositó en un recipiente con alcohol al 70% o formalina al 35% para su preservación, y posteriormente fue enviado al laboratorio para su análisis (MINAM, 2014).

3.4.3. Toma de muestras físico químicas y microbiológicas

Para la ejecución del monitoreo se tomaron en referencia los pasos establecidos en el Protocolo de Monitoreo (ANA, 2016) y son mencionados a continuación:

a) Reconocimiento de entorno
b) Rotulación y etiquetado de los elementos
c) Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales
d) Georreferenciación espacial de zona de monitoreo
e) Medición de los parámetros de campo del cuerpo de agua
f) Recolección de muestras
g) Preservación de muestras
h) Completado de cadena de custodia
i) Envió y transporte de las muestras
j) verificación de la calidad de los resultados

3.4.4. Instrumentos y equipos para recolección de datos

Para la presente investigación se necesitó los siguientes materiales, insumos y equipos (ver Tabla 1 y 2):

Tabla 1.

Materiales e insumos

Materiales e insumos
Agua destilada
Equipo de protección personal (botas, weader, chalecos,
guantes multiflex, lentes, gorros, zapatos de seguridad)
Redes de muestreo, Red Surber
Cooler e Ice pack
Pinzas entomológicas y/o aspirador entomológico
Bolsas ziploc de 1 kg
Viales de plástico o vidrio
Bolígrafo o rotulador permanente
Lápiz, tijeras, cinta aislante
Marcador
Cámara digital
Alcohol 90%
Hojas de campo y cartografía
Bandejas transparentes (30 x 20 cm)
Pilas
GPS
Papel secante (Papel toalla)
Papel tisú
Guantes de nitrilo
Pizeta
Guincha
Regla
Etiquetas para muestra
Envases para muestras de agua para laboratorio

Fuente: Propia.

Tabla 2.

Equipos

Equipos
Multiparámetro
Potenciómetro
Turbidímetro
Valiometro
Equipo Solidos Suspendidos Totales
Freezer
Laptop
Refrigerador
Correntómetro

Fuente: Propia.

3.5. Validación y confiabilidad de los instrumentos

Para el desarrollo de esta tesis de pre grado se determinó la correlación de los índices bióticos y las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico, utilizando el método de correlación de Pearson y regresión lineal, usando los programas IBM SPSS Statistics 30.0.00 y ARCGIS versión 15. También tenemos mapas de calor.

Las hipótesis fueron comprobadas a través de una relación que puede ser de tipo: “a mayor X, mayor Y”; “a menor X, menor Y”; “valores elevados en X están relacionados con valores elevados en Y”; o “valores altos en X se asocian con valores bajos en Y”. La hipótesis de investigación sugiere que la correlación entre las variables es relevante o significativa.

El coeficiente de correlación de Pearson se determinó a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra que involucra dos variables. Este análisis se realizó al relacionar las puntuaciones recolectadas de una variable con las correspondientes a la otra, utilizando los mismos participantes o casos en ambos conjuntos de datos (The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009g; Bagiella, 2007; Onwuegbuzie, Daniel y Leech, 2006a). Nivel de medición de las variables: intervalos o razón. Interpretación: el coeficiente r de Pearson puede oscilar entre -1. 00 y +1. 00, donde -1. 00 indica una correlación negativa perfecta. Esto significa que, a medida que X aumenta, Y disminuye de manera

proporcional, es decir, por cada unidad que se incrementa X, Y disminuye siempre en una cantidad constante. Este principio también se aplica al escenario inverso: "a menor X, mayor Y".

R - Grado de Correlación

−0.90 Correlación negativa muy fuerte.

−0.75 Correlación negativa considerable.

−0.50 Correlación negativa media.

−0.25 Correlación negativa débil.

−0.10 Correlación negativa muy débil.

0 no existe correlación alguna entre las variables.

0.1 Correlación positiva muy débil.

0.25 Correlación positiva débil.

0.5 Correlación positiva media.

0.75 Correlación positiva considerable.

0.9 Correlación positiva muy fuerte.

L - Correlación positiva perfecta

("A mayor X, mayor Y" o "a menor X, menor Y", de manera proporcional.
Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante).

El signo del coeficiente señala la dirección de la correlación, ya sea positiva o negativa, mientras que su valor numérico representa la magnitud de dicha correlación. Los principales programas de análisis estadístico informan sobre la significancia del coeficiente de la siguiente manera:

r = 0.7831 (valor del coeficiente) (significancia)

(número de casos correlacionados)

s o P = 0.001

N = 625

Si el valor de p es menor que 0. 05, se considera que el coeficiente es significativo al nivel del 0. 05, lo que implica un 95% de confianza en que la correlación es real y un 5% de probabilidad de error. Por otro lado, si el valor de p es inferior a 0. 01, el coeficiente se considera significativo al nivel del 0. 01, lo que

equivale a un 99% de confianza en la veracidad de la correlación y un 1% de probabilidad de error. Además, programas como IBM SPSS® presentan los coeficientes de correlación en forma de tabla, donde las filas o columnas representan las variables asociadas. En estas tablas, se indica el nivel de significancia con asteriscos: un asterisco (*) señala que el coeficiente es significativo al nivel de 0. 05, mientras que dos asteriscos (**) indican que es significativo al nivel de 0. 01.

Tabla 3

Correlaciones entre moral y dirección.

		Moral	Dirección
Moral	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 362	0.557** 0
Dirección	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0.557** 0.00 335	1 373

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral, en ambos sentidos entre las variables).

Fuente: (Sampieri et al., 2016)

3.6. Análisis de datos

3.6.1. Índices Bióticos

3.6.1.1. Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP)

El índice EPT se fundamenta en el análisis de tres grupos de macroinvertebrados que actúan como bioindicadores de la calidad del agua, debido a su vulnerabilidad frente a la contaminación (Carrera & Fierro, 2001). El proceso consistió en contabilizar el número total de individuos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. Luego, se dividió esta cifra por el total de individuos capturados para obtener un promedio. Este promedio se utilizó como referencia para evaluar la calidad del recurso hídrico (ver Tabla 4).

Tabla 4.

Clasificación de calidad de agua basada en los valores del índice de EPT

Clase	Índice ETP %	Calidad de Agua
1	75 – 100	Muy Buena
2	50 – 74	Buena
3	25 – 49	Regular
4	0 - 24	Mala

Fuente: (Carrera & Fierro, 2001).

3.6.1.2. Índice Biótico de Familias (IBF)

El Índice Biótico de Familias (IBF) se determinó a través de la clasificación de los organismos hasta el nivel de familia, contabilizando el número de individuos en cada una de ellas. Posteriormente, se agruparon y se les asignó una puntuación basada en su tolerancia, según se detalla en la Tabla 5. El cálculo se llevó a cabo siguiendo el método propuesto por Hilsenhoff (Figueroa et al., 2003), Realizando la suma del producto del número de individuos encontrados para cada familia, en función de su puntuación de tolerancia, tal como se muestra en la Tabla 5, y dividiendo el resultado entre el total de individuos de la muestra, se obtuvo el resultado mediante la siguiente operación matemática:

$$IBF = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i * T_i)}{\sum_{i=1}^{n} n_1}$$

Donde:

Xi = número de individuos de cada familia

Ti = valor de tolerancia de cada familia

Ni = número total de organismos

Los valores obtenidos del IBF se clasifican en cinco categorías de calidad ambiental del recurso hídrico, que se corresponden con la escala de condición biológica diseñada para evaluar el grado de alteración orgánica (ver Tabla 5).

Tabla 5.

Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas para los mediterráneos de Chile.

	Familias presentes	Puntuación
P	Austroperlidae, Diaphipnoidae, Eustheniidae, Notonemouridae, Perlidae	
E	Nesameletida, Ameletopeidae, Oligoneuriidae, Colobuiiscidae	
T	Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicophidae, Kokriidae, Philopotamidae, Sericostomatidae, Stenopsychidae	10
D	Blephariceridae	
C	Limnichidae, Psephenidae	
E	Leptophlebiidae	
D	Glossosomatidae, Limnephilidae	9
T	Athericidae, Dixidae	
E	Oniscigastridae	
T	Phylorheytidae, Plycentropodidae, Tasiimidae	8
O	Calopterygidae, Libellulidae	
Cr	Parastacidae	
P	Gripopterygiidae	
T	Ecnomidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae	7
O	Leslidae, Gomphidae, Cordullidae, Coenagrionidae	
T	Hydroptilidae	6
D	Ceratopogonidae	
O	Petaluridae, Aesgnidae	
C	Elmidae	
Cr	Aeglidae, Hyallelidae	
Tu	Turbellaria*	
M 1	Ancylidae, Chilinidae,Hyriidae	
E	Bactidae	
T	Hydropsychidae	
M g	Corydalidae	
D	Tipulidae, Simuliidae	5
C	Dryopidae, Gyrinidae	
Tu	Turbellaria*	
M 1	Amnicolidae	
E	Caenidae	
M g	Sialidae	
D	Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae	4
C	Haliplidae, Curculionidae, Psephenidae	
H	Belostomatidae	
A	Acari*	
C	Hydrophillidae, Dytiscidae	
H	Gerridae, Notonectidae, Corixidae	
M 1	Lymnacidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae	3
Cr	Janiiridae	
Hi	Hirudinea*	
D	Chironomidae, Culicidae, Ephydridae	2
D	Syrphidae	
O 1	Oligochaeta	1

Fuente: Tercedor (1996); (*) Nota: Tabla modificada de alba – Se toman en cuenta todas las familias que forman parte del grupo.

Tabla 6.

Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas

Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas					
Plecoptera		**Trichopera**		**Coleoptera**	
Gripopterygiidae	1	Calamoceratidae	3	Elmidae	4
Notoemouridae	0	Glossosomatidae	0	Psephenidae	4
Perlidae	1	Helicopsychidae	3	**Diptera**	
Diamphipnoidae	0	Hydropsychidae	4	Athericidae	2
Eustheniidae	0	Hydroptilidae	4	Blephariceridae	0
Austroperlidae	1	Leptoceridae	4	Ceratopogonidae	6
Limnephilidae	2			Chironomidae	7
Ephemeroptera		Ecnomidae	3	Empididae	6
Bactidae	4	Helicophdae	6	Phydridae	6
Caenidae	7	Polycentropodidae	3	Psychodidae	10
Leptophlebiidae	2	Philopotamidae	2	Simuliidae	6
Nesameletidae	7	Hydrobiosidae	0	Syrphidae	10
Oligoncuridae	2	Sricostomatidae	3	Tabanidae	6
Ameletopsidae	2	**Megaloptera**		Tipulidae	3
Oniscigastridae	3	Corydalidae	0	Amphipoda	
Odonata		Sialidae	4	Hyalellidae	8
Aeshnidae	3	**Megaloptera**		**Isopoda**	
Calopterygidae	5	Corydalidae	0	Janiriidae	4
Gomphidae	1	Sialidae	4	**Decapoda**	
Lestidae	9	**Lepidoptera**		Aeglidae	3
Libellulidae	9	Pyralidae	5	Parastacidae	6
Coenagrionidae	9	**Mollusca**		**Platyhelminthes**	
Cordulidae	5	Amnicolidae	6	Turbelaria	4
Petuluridae	5	Lumnaeidae	6		
		Physidae	8		
Acari*	4	Sphacridae	8		
		Chilinidae	6		
Oligochaeta*	8				
		Hirudinea*	10		

Fuente: (Figueroa et al., 2003).

Tabla 7.

Clasificación de calidad de agua basada en los valores del IBF

Clase	IBF	Características ambientales	Color
I	0.00 – 3.75	Muy bueno, no perturbado	Azul
II	3.76 – 4.63	Bueno, moderadamente perturbado	Verde
III	4.64 – 6.12	Regular, perturbado	Amarillo
IV	6.13 – 7.25	Malo, muy perturbado	Naranja
V	7.26 – 10.00	Muy malo, fuertemente perturbado	Rojo

Fuente: (Figueroa et al., 2003).

3.6.1.3. Índice de Biodiversidad y Abundancia (Shannon-Wiener)

Se empleó el índice de Shannon-Wiener, que mide la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies presentes en la muestra (Pino et al., 2003). Se emplean lo siguiente:

$$H' = \sum p_i ln p_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon – Wiener

pi = Proporción del número de individuos de la especie "i" con respecto al total

ln = Logaritmo natural.

Asimismo;

$$p_i = \frac{n_i}{N_t}$$

Dónde:

Nt = Número total de individuos de todas las especies

ni = Número de individuos de cada especie "i"

En el contexto de los ecosistemas fluviales, este índice alcanza su valor máximo de 4. 5 bits por individuo en las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos. Cuando los valores caen por debajo de 2. 4 a 2. 5 bits por individuo, se indica que el ecosistema está experimentando estrés o alteraciones, como consecuencia de vertidos, dragados, canalizaciones, entre otros factores. En aguas altamente contaminadas, este índice disminuye notablemente (ver Tabla 10).

Tabla 8.

Clasificación de la calidad del agua de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Weaver

Esquema de Staub et al. 1970	
H'	**Calidad de Agua**
3.0 – 4.5	Contaminación débil
2.0 – 3.0	Contaminación ligera
1.0 – 2.0	Contaminación moderada

Fuente: (Pino et al., 2003)

3.6.1.4. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

El índice BMWP clasifica las familias de los órdenes de macroinvertebrados en diez niveles, asignando puntuaciones que van del 1 al 10. En este sistema, el número 10 representa una mayor tolerancia, mientras que el 1 indica una menor tolerancia (Roldán & Ramírez, 2008) tolerancia. Su fórmula es la siguiente:

$$BMWP = T1 + T2 + T3 + T4 \ldots$$

T representa el nivel de tolerancia, mientras que el número se refiere a la familia. Al final, se obtiene una suma de todas las familias que indica los niveles de calidad del agua (ver Tabla 11), y una vez realizada la sumatoria, procederemos a aplicar los valores de calificación. (ver Tabla 12).

Tabla 9.

Valores de cálculo del índice biótico (nPeBMWP) según su tolerancia

Familias	Puntaje
Helicopsychidae, Blepharoceridae, Leptophlebiidae, Oligoneuridae, Ameletidae, Athericidae, Trycorythidae, Perlidae, Odontoceridae, Calamoceridae, Oligoneuridae, Polythoridae, Gripopterygidae	10
Hydrobiosidae, Polycentropodidae, Leptoceridae, Xiphocentronidae, Philopotamidae, Gomphidae, Calopterygidae.	8
Glososomatidae, Limnephilidae, Leptohyphidae.	7
Hydroptilidae, Ancylidae, Hyalellidae, Aeshnidae, Libellulidae, Corydalidae, Coenagrionidae, Pseudothelphusidae (Decapoda), Gammaridae.	6
Turbellaria,Simuliidae, Tipulidae, Hidropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Elmidae, Psephenidae, Scirtidae (Helodidae), Dryopidae, Hydraenidae, Veliidae, Gerridae, Smuliidae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae, Hidrochidae, Planaridae, Amphipoda, Mesoveliidae, Helophoridae.	5
Stratiomidae, Ceratopogonidae, Tabanidae, Dolichopodidae, Baetidae, Hydracarina, Pyralidae, Belostomatidae, Limoniidae, Dixidae, Empididae, Curculionidae, Chrysomelidae.	4
Hiudinea, Ostracoda, Physidae, Hidrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Staphylinidae, Hidrophilidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Psychodidae, Hydrometridae, Psychodidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydridae, Gelastocoridae.	2
Oligochaeta, Syrphidae	1

Fuente: Adaptación de la tabla de valores para el cálculo del índice biótico, Se realizó una modificación del Índice Biótico Andino (ABI) para adaptarlo a los ríos andinos de América.

Tabla 10.

Valores de clasificación de calidad del agua según el índice BMWP

Valores	Calificación	Calidad Biológica	Código de Color
≥ 100	Aguas muy limpias	Buena	
61 – 100	Aguas con signos de estrés	Aceptable	
36 – 60	Aguas contaminadas	Regular	
16 – 35	Aguas muy contaminadas	Mala	
≤ 15	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	

Fuente: (Roldán & Ramírez, 2008)

3.6.2. Factores ambientales estresantes

3.6.2.1. Parámetros físicos químicos, químicos inorgánicos y microbiológicos

La recolección de muestras de agua natural se realizará en los puntos de monitoreo y a la profundidad indicada en la autorización para el vertimiento de aguas residuales, siguiendo lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. En caso de que se presenten condiciones climáticas adversas, tales como tormentas, lluvias o nevadas, no se permitirá la recolección de muestras, y esta decisión deberá contar con el respaldo correspondiente.

Los tipos de envases, las condiciones óptimas de preservación y el tiempo máximo de almacenamiento de las muestras de agua deben ajustarse a lo indicado en el anexo VII del el Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. El análisis de las muestras deberá ser ejecutado por un laboratorio acreditado por INACAL.

Los parámetros a medir en el campo incluyen el pH, la conductividad, la temperatura y el oxígeno disuelto, entre otros. Para la medición de dichos parámetros se debe considerar lo siguiente:

- En las situaciones donde los ríos sean accesibles y presenten un bajo caudal, es recomendable tomar los parámetros de campo directamente del cuerpo de agua. Si estas condiciones no se cumplen, se deberá utilizar un balde limpio y transparente para realizar la medición.
- La medición de parámetros como el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura y la conductividad eléctrica, al menos, debe realizarse de manera instantánea una vez que se hayan tomado las muestras de agua.
- Si se presentan cambios significativos en las mediciones de dos o más muestras, será necesario calibrar el equipo.
- Durante las mediciones, se debe registrar la información en la ficha de registro de datos de campo.
- Los equipos de muestreo deben limpiarse inmediatamente después de su uso, así como entre cada muestreo, para prevenir la contaminación y el

deterioro. Se recomienda lavar la parte exterior de los equipos de análisis con abundante agua destilada o desionizada, teniendo cuidado de no dañar las partes internas ni los sensores, ya que esto podría afectar su funcionamiento. También es aconsejable llevar al campo las herramientas esenciales y adecuadas para realizar una limpieza efectiva de los equipos cuando sea necesario.

Este procedimiento está diseñado para su aplicación en ríos de bajo caudal o poca profundidad, donde se cuente con un acceso adecuado para ingresar al río. Es fundamental evitar en todo momento la contaminación de las muestras, evitando perturbar los sedimentos del fondo o de las orillas del cauce.

Procedimiento:

a. El analista responsable deberá utilizar botas de jebe y guantes desechables al comenzar la recolección de muestras de agua.
b. Es necesario situar el punto de medición en el centro de la corriente principal, donde se presenta homogeneidad en el flujo, evitando así áreas de aguas estancadas o de poca profundidad.
c. Se llevará a cabo la determinación de los parámetros de campo directamente del río o recolectando un volumen adecuado de agua en un balde o recipiente limpio, asegurándose de evitar la remoción del sedimento. Es importante seguir el procedimiento de registro de mediciones en la hoja destinada a la recopilación de datos de campo (cadena de custodia).
d. Utiliza un recipiente y retira la tapa y la contratapa sin hacer contacto con la superficie interna del frasco.
e. Los frascos deben enjuagarse al menos dos veces antes de la recolección de las muestras, a excepción de aquellos destinados al análisis de parámetros microbiológicos.
f. f. Utiliza una botella invertida, sumergiéndola en sentido contrario al flujo del agua.

g. Es importante tener en cuenta un espacio de al menos el 1% de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieren preservación.
h. En las muestras microbiológicas, es importante dejar un espacio del 10% del volumen total del recipiente. Esto garantiza un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
i. Para las muestras del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), es recomendable llenar el recipiente lentamente y hasta su capacidad total, con el fin de evitar la formación de burbujas.
j. Es fundamental evitar en todo momento la acumulación de suciedad, películas en la superficie o sedimentos en el fondo.

3.6.2.2. Índice de Calidad de agua

El ICARHS se presenta como una herramienta matemática que agrupa diversos parámetros. Su análisis facilita la conversión de estos datos en valores que evalúan la calidad del agua en una estación de muestreo. (MINAGRI & ANA, 2017)

El procedimiento del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) se desarrolla en tres etapas, las cuales se detallan a continuación (ver Figura 1).

ETAPAS DEL ICARHS

DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

- Determinar el ámbito de estudio: curso de agua, río o cuenca representado por una red de puntos de muestreo

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

- Clasificación de los cuerpos de agua.
- Resultados de los monitoreos.
- Parámetros.
- Normativa (ECA) para la evaluación de la calidad del agua.

CALCULO DEL ICARHS

- Fórmula del ICARHS.
- Escalas de valoración.
- Determinación de subíndices S1 y S2.

Representación gráfica del ICARHS

Para evaluar el índice de calidad de los recursos hídricos, se emplea la fórmula canadiense, la cual se fundamenta en tres factores: frecuencia, amplitud y alcance. El resultado de este cálculo matemático es un valor único que varía entre 0 y 100, y que refleja y describe el estado de calidad del agua en un punto de muestreo específico.

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

F1 - Alcance: Indica la proporción de parámetros de calidad que no cumplen con los valores establecidos en la normativa vigente, en particular en lo que se refiere a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), en relación con el total de parámetros a evaluar.

$$F1\ \frac{Número\ de\ parametros\ que\ NO\ cumplen\ los\ ECA\ Agua}{Numero\ Total\ de\ parametros\ a\ evaluar}$$

F2- Frecuencia: Representa la proporción de datos que no se ajustan a la normativa ambiental (ECA - Agua) en relación con el total de datos de los parámetros a evaluar, los cuales corresponden a los resultados de al menos cuatro monitoreos.

$$F2 = \frac{Número\ de\ parametros\ que\ NO\ cumplen\ los\ ECA\ Agua\ de\ los\ Datos\ Evaluados}{Numero\ Total\ de\ Datos\ Eevaluados}$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

F3- Amplitud: Es una medida que refleja la desviación presente en los datos, calculada a partir de la suma normalizada de los excesos, es decir, los excedentes de cada dato en relación con el total.

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

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

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

EXCEDENTE, Se asigna a cada parámetro el valor que refleja la diferencia entre el valor ECA y el dato correspondiente, en relación con el 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:

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

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA- Agua, incumpliendo la condición señalada n el

mismo, como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (> 4), pH (>6.5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

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

Una vez obtenidos los valores de los factores F1, F2 y F3, se procede a calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA). Este índice se expresa en una escala del 0 al 100, donde 100 indica una calidad excelente y 0 representa una calidad deficiente. La diferencia se calcula utilizando la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de los tres factores mencionados, que se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

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

Para llevar a cabo el cálculo del índice de calidad del agua, utilizaremos una aplicación de Microsoft Excel (Hoja de Cálculo). En esta herramienta, se ha desarrollado una macro que incluye tanto los datos como las fórmulas matemáticas necesarias para determinar los factores F1, F2 y F3. Además, se calculará el valor del índice de calidad del agua, conocido como CCMEWQI. Como resultado, el índice se presentará como un número adimensional que oscila entre 1 y 100. Este valor permite clasificar el estado de la calidad del recurso hídrico en cinco rangos diferentes, que son: Mala, Regular, Favorable, Buena y Excelente, reflejando así los niveles de vulnerabilidad del agua. (Ver Tabla 11).

Tabla 11.

Interpretación de la Calificación ICARHS

CCME_WQI	Calificación	Interpretación
95 - 100	Excelente	La calidad del agua se encuentra resguardada, libre de amenazas o daños. Las condiciones son muy similares a los niveles naturales o ideales que se desean alcanzar.
80 – 94	Buena	La calidad del agua presenta ciertas desviaciones respecto a su estado natural. No obstante, es posible que se logren condiciones óptimas, aunque estas pueden verse afectadas por algunas amenazas o daños menores.
65 – 79	Favorable	La calidad del agua natural se ve ocasionalmente amenazada o afectada. Frecuentemente, los niveles de calidad del agua se desvían de lo que se considera deseable. Como resultado, muchos de sus usos requieren un tratamiento adecuado.
45 – 64	Regular	La calidad del agua no alcanza los estándares establecidos, y con frecuencia las condiciones óptimas están en riesgo o comprometidas. Muchos de los usos requieren tratamiento.
0 – 44	Mala	La calidad del agua no alcanza los estándares establecidos y, a menudo, se encuentra amenazada o deteriorada. Por lo tanto, es necesario someterla a un tratamiento previo para cualquiera de sus usos.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2015)

Este tipo de calificación cualitativa se asocia a una escala de colores, donde cada calificación corresponde a un color específico. Su objetivo es facilitar la comunicación sobre el estado de calidad del agua.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Resultados descriptivos

A continuación, se muestra la estadística de acuerdo con los objetivos.

Objetivo 1: Identificar la composición taxonómica de macroinvertebrados bentónicos y los índices bióticos del rio Osmore.

Composición taxonómica de macroinvertebrados

Durante la época lluviosa se evidenció una marcada ausencia de macroinvertebrados bentónicos en la mayoría de estaciones de muestreo, con excepción de G1 y R08, donde se identificaron organismos del orden *Decapoda* y familia *Palaemonidae*, con 33 y 1 individuo respectivamente. En contraste, en la época seca se registró una mayor diversidad y abundancia, destacando la presencia de macroinvertebrados de los órdenes *Diptera* (familia *Chironomidae*), Odonata (familia *Aeshnidae*) y *Tricladida* (familia *Dugesiidae*). La estación R06 presentó el mayor número de individuos (14) correspondientes a *Chironomidae*, subfamilia *Orthocladiinae*. Este patrón sugiere que las condiciones ambientales durante la época seca favorecen la presencia y diversidad de macroinvertebrados, mientras que en época lluviosa podrían estar siendo desplazados o afectados por factores como el aumento del caudal, la turbidez o la alteración del hábitat.

Se decidió trabajar únicamente con la época seca, ya que durante este periodo se registró una mayor diversidad de macroinvertebrados, lo que permitió aplicar indicadores biológicos como Shannon, ETP y BMWP de manera más efectiva. En contraste, en la época lluviosa predominó la ausencia de organismos en la mayoría de estaciones, dificultando el análisis ecológico. Además, la época seca ofrece condiciones más estables y representativas del ecosistema, evitando la variabilidad hidrológica extrema asociada a las lluvias.

Tabla 12.

Composición taxonómica de macroinvertebrados del rio Osmore

Época	Orden	Familia	Genero	Especie	G1	R01	R02	R04	R05	R06	R07	R08
Lluviosa	*Decapoda*	*Palaemonidae*	*Palaemonidae*		33	0	0	0	0	0	0	1
	Diptera	*Chironomidae*	*Subfam. Orthocladiinae*		0	0	0	0	0	0	0	0
		Chironomidae	*Subfam.: chironominae*		0	0	0	0	0	0	0	0
	Ephemeroptera	*Baetidae*		*Andesiops sp.*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Odonata	*Aeshnidae*		*Aeshna sp.*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tricladida	*Dugesiidae*		*Dugesia sp.*	0	0	0	0	0	0	0	0
Seca	*Decapoda*	*Palaemonidae*	*Palaemonidae*		0	0	0	0	0	0	0	0
	Diptera	*Chironomidae*	*Subfam. Orthocladiinae*		0	0	2	5	0	14	13	0
		Chironomidae	*Subfam.: chironominae*		0	1	0	0	0	0	0	0
	Ephemeroptera	*Baetidae*		*Andesiops sp.*	0	0	1	0	0	0	0	0
	Odonata	*Aeshnidae*		*Aeshna sp.*	0	0	0	0	1	0	0	0
	Tricladida	*Dugesiidae*		*Dugesia sp.*	0	0	0	0	0	0	3	4

Índices Bióticos del río Osmore

A continuación, continuamos con el cálculo del Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP).

Tabla 13.

Calidad del agua por medio del índice Biótico del rio Osmore

Época	Estación	Clase	Índice ETP%	Calidad del agua
Seca	RO2	4	33.33%	Regular

Durante la época seca, la calidad del agua del río Osmore fue evaluada mediante el Índice ETP (%), el cual se basa en la presencia de macroinvertebrados acuáticos sensibles como *Ephemeroptera*, *Trichoptera* y *Plecoptera*. En la estación RO2 se registró un valor de 33.33%, lo que ubica a esta estación en la Clase 3, correspondiente a una calidad del agua regular según la escala de interpretación biológica. Este resultado indica una moderada presencia de organismos sensibles, lo que sugiere condiciones ambientales aún favorables, aunque con signos de perturbación ecológica.

Índice Biótico de Familias (IBF)

Tabla 14.

Características ambientales por medio del índice Biótico de Familias del rio Osmore

Estación	IBF	Clase	Características Ambientales	Color
RO1	7	IV	Malo, muy perturbado	Naranja
RO2	6	III	Regular, perturbado	Amarillo
RO4	7	IV	Malo, muy perturbado	Naranja
RO5	3	I	Muy bueno, no perturbado	Azul
RO6	7	IV	Malo, muy perturbado	Naranja
RO7	7	IV	Malo, muy perturbado	Naranja

Según la Tabla 14, el análisis del Índice Biótico de Familias (IBF) revela que la calidad del agua en el río Osmore presenta condiciones predominantemente perturbadas. La mayoría de las estaciones (RO1, RO4, RO6 y RO7) se clasifican en la Clase IV, indicando una calidad de agua "mala y muy perturbada", lo cual sugiere un impacto ambiental significativo. La estación RO2 se ubica en Clase III, con una condición "regular, perturbada", mientras que solo la estación RO5 se clasifica como Clase I, correspondiente a una calidad de agua "muy buena, no perturbada". Estos resultados evidencian una degradación generalizada en la calidad ecológica del río, con escasas zonas en buen estado de conservación.

Índice de Biodiversidad (Shannon - Wienner)

Según la Tabla 15, el índice de Shannon calculado para las estaciones RO2 (0.6365) y RO7 (0.4826) durante la época seca indica niveles bajos de diversidad biológica de macroinvertebrados acuáticos. Estos valores reflejan una dominancia de pocas especies y, por lo tanto, una comunidad poco equilibrada, lo cual se asocia con ambientes alterados. En consecuencia, ambos valores sugieren un estado de alta contaminación del agua en el río Osmore en esas estaciones.

Tabla 15.

Calidad del agua por medio del índice de Biodiversidad del rio Osmore

Época	Estación	Índice de Shannon (H')	Calidad del agua
Seca	RO2	0.6365	Alta contaminación
Seca	RO7	0.4826	Alta contaminación

Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Tabla 16.

Calidad del agua por medio del índice de Biodiversidad del rio Osmore

Época	Estación	BMWP	Calificación	Calidad Biológica	Código de Color
Seca	RO1	2	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	
	RO2	6	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	
	RO4	2	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	
	RO5	6	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	
	RO6	2	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	
	RO7	2	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	
Seca	RO8	0	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	

Durante la época seca, el análisis del Índice Biológico BMWP (nPeBMWP) en las estaciones RO1 a RO8 reveló valores extremadamente bajos, oscilando entre 0 y 6 puntos, lo cual indica que todas las estaciones presentan condiciones de “aguas extremadamente contaminadas” y una calidad biológica pésima. Esta situación se ve reflejada en la presencia exclusiva de familias altamente tolerantes a la

contaminación, como *Chironomidae*, y la ausencia de familias sensibles. Dichos resultados reflejan un ecosistema acuático fuertemente perturbado y degradado, lo que evidencia una crítica situación ambiental que requiere acciones urgentes de recuperación, monitoreo y gestión para mejorar la calidad del agua y la biodiversidad en el área evaluada.

Objetivo 2: Caracterizar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del rio Osmore

A continuación, se realiza el análisis de los parámetros físicos

Tabla 17.

Parámetros físicos por estaciones de muestreo y épocas

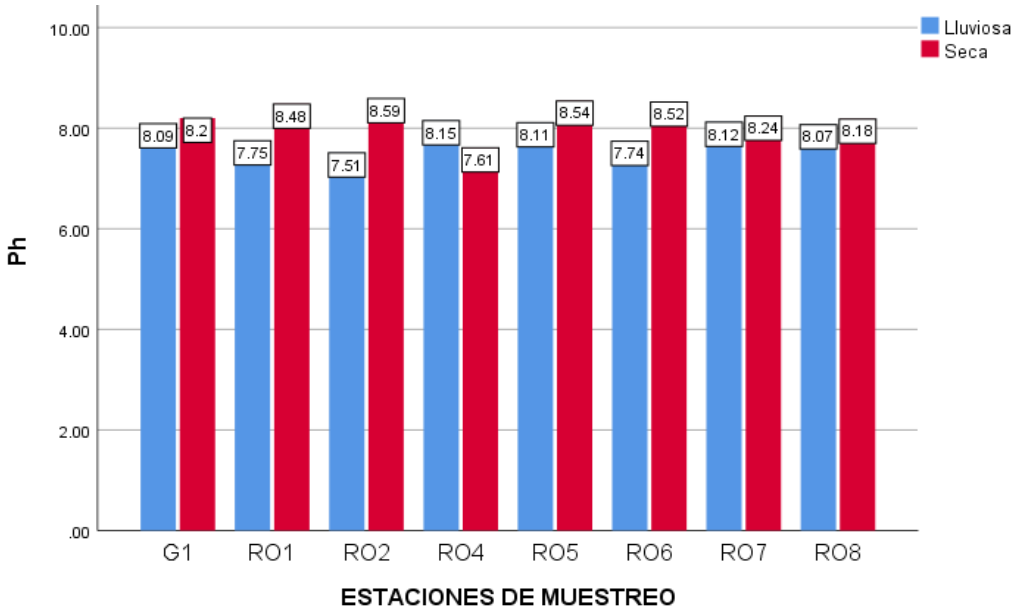
Época	Parámetros	Unidad de medida	Estaciones							
			RO1	**RO2**	**RO4**	**RO5**	**RO6**	**RO7**	**RO8**	**G1**
Seca	pH	escala de 0 a 14	8.48	8.59	7.61	8.54	8.52	8.24	8.18	8.2
	Conductividad Eléctrica	µS/cm	246	220	210	240	256	277	259	270
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.4	5.8	6.7	6.5	6.3	5.7	6	8.4
	Temperatura	°C	20.8	21.8	21.6	21.1	20.1	23.7	24.6	28.02
	Potencial oxido-reducción	mV	273.1	269	274	272.8	276.2	281.4	279.6	279.3
	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	1.5	1.5	34	8	1.5	1.5	1.5	5
	Turbidez	NTU	1	5.3	2.6	1.8	0.6	0.6	1	2.1
	DBO -Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	DQO - Demanda Química de Oxígeno	mg/L	11.8	7.2	11.2	14.9	9.6	9	9.8	14.1
Lluviosa	Ph	escala de 0 a 14	7.75	7.51	8.15	8.11	7.74	8.12	8.07	8.09
	Conductividad Eléctrica	µS/cm	717	550	569	549	568	545	572	578
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.65	7.51	7.96	8.11	7.55	7.48	7.84	8.09
	Temperatura	°C	24.4	24.5	24.9	26.2	27.8	7.48	26.9	27.8
	Potencial oxido-reducción	mV	331.9	333.2	327.4	334.2	321.3	299	320	321.5
	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	3760	2395	2545	2250	2540	3565	3155	3280
	Turbidez	NTU	5510	4500	4830	3850	4920	4580	4580	3790
	DBO -Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	7.3	7.3	7.3	8	6.6	7.3	7.6	6.9
	DQO - Demanda Química de Oxígeno	mg/L	27.4	20.9	42.9	45	23.5	20.3	17.3	41.5

pH

El gráfico muestra que los valores de pH son consistentemente más altos durante la época seca en todas las estaciones del río analizadas, en comparación con la época lluviosa. Esto indica una tendencia hacia condiciones más alcalinas en época seca, posiblemente debido a una menor dilución del agua o a cambios en el aporte de materiales orgánicos e inorgánicos. La diferencia es especialmente notable en estaciones como RO2 y RO6, lo que sugiere variaciones espaciales en la influencia de factores ambientales o antropogénicos sobre la calidad del agua.

Figura 1.

pH por estaciones de muestreo y época



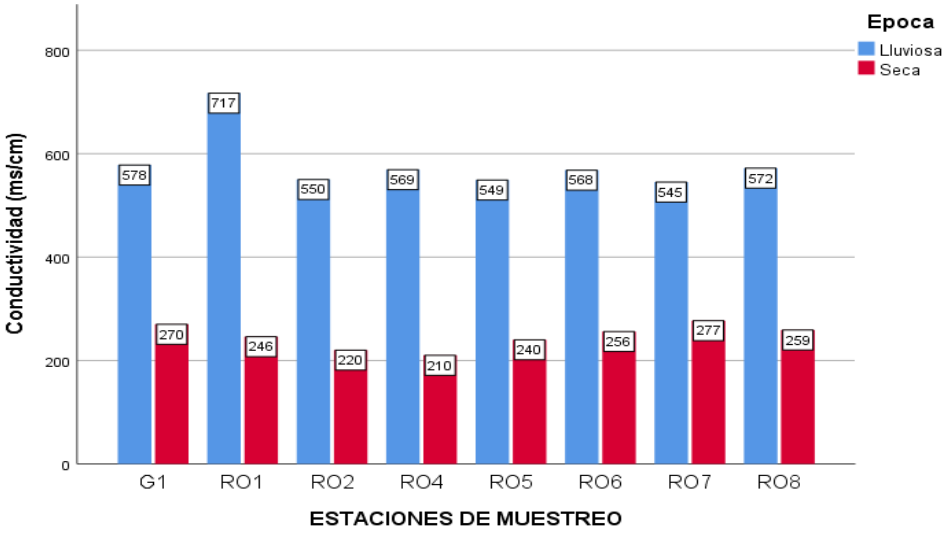
Conductividad

El gráfico muestra los valores de conductividad eléctrica (ms/cm) registrados en ocho estaciones de muestreo del río durante las épocas lluviosa y seca. Se observa claramente que, en todas las estaciones, la conductividad es notablemente mayor durante la época lluviosa en comparación con la época seca. El valor más alto se presenta en la estación RO1 con 717 ms/cm en temporada lluviosa, mientras que el valor más bajo en época seca se registra en RO4 con 210 ms/cm. Esta diferencia puede atribuirse al arrastre de sales y minerales disueltos desde la cuenca durante las lluvias, aumentando la concentración de iones en el

agua. En contraste, durante la temporada seca, el menor arrastre de materiales y el menor caudal del río se traducen en valores de conductividad más bajos. Esta tendencia indica una variabilidad estacional significativa en la composición química del agua del río.

Figura 2.

Conductividad por estaciones de muestreo y época

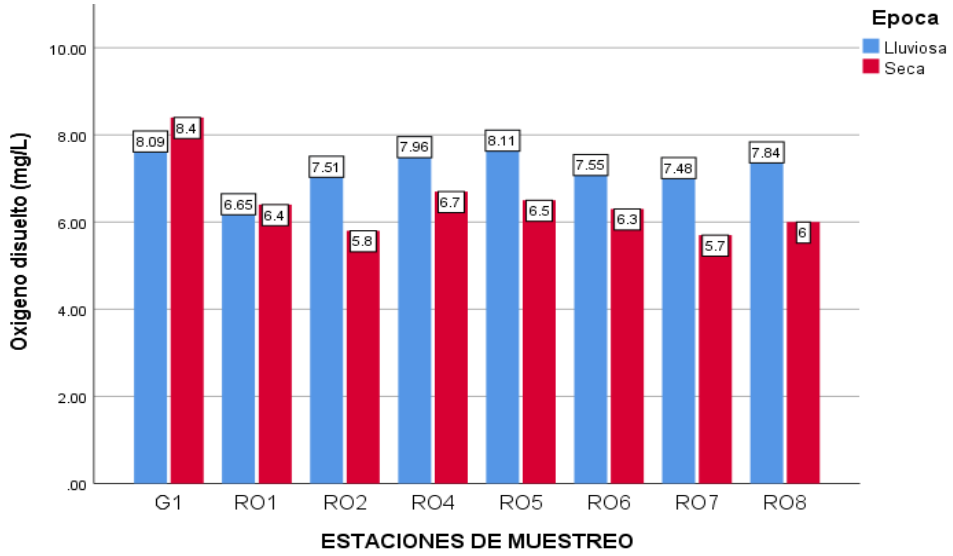


Oxígeno

El gráfico muestra que los valores de oxígeno disuelto son consistentemente más altos en la época lluviosa que en la época seca en todas las estaciones de muestreo. Por ejemplo, en RO2 se observa una diferencia notable entre 7.51 mg/L (lluviosa) y 5.8 mg/L (seca). Esta tendencia indica que, durante la época seca, las condiciones del agua podrían favorecer una mayor demanda biológica o química de oxígeno, o bien una menor tasa de oxigenación natural debido a menor caudal, menor turbulencia o temperaturas más elevadas. La estación G1 presenta los valores más altos en ambas épocas, lo que puede indicar mejores condiciones de oxigenación en ese sector del río.

Figura 3.

Oxígeno disuelto por estaciones de muestreo y época

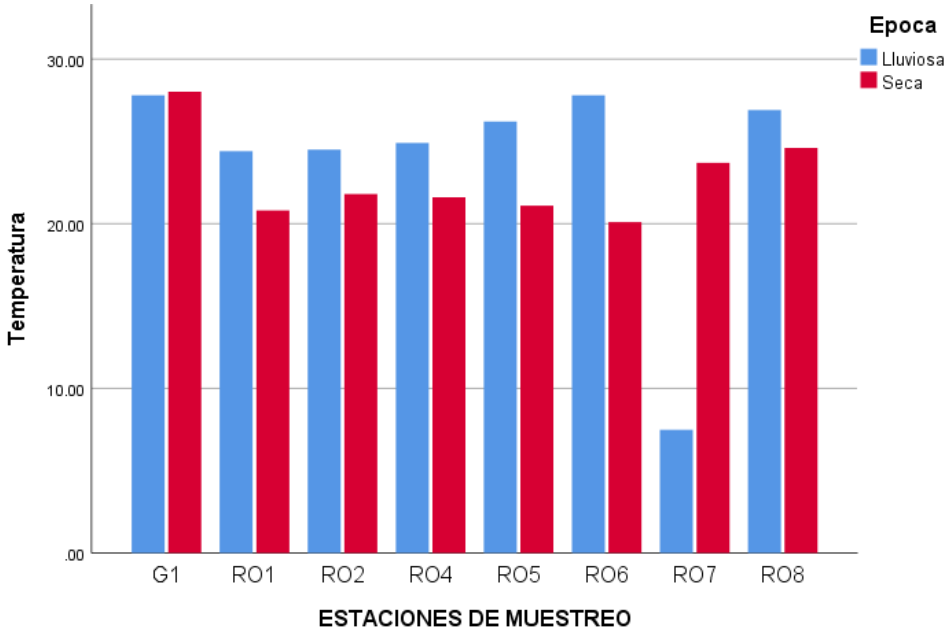


Temperatura

El gráfico presenta los valores de temperatura del agua registrados en diferentes estaciones de muestreo durante las épocas lluviosa y seca. En la mayoría de las estaciones (RO1 a RO6), se observa que la temperatura es mayor en época lluviosa, posiblemente debido a una mayor radiación solar y menor cobertura de nubes. Sin embargo, en las estaciones G1, RO7 y RO8, ocurre lo contrario: la temperatura es más alta en época seca, lo que puede deberse a características locales como menor cobertura vegetal o variación en el caudal. La estación RO6 muestra la mayor diferencia entre épocas, con una caída pronunciada en la temporada seca. En general, se evidencia una variabilidad térmica estacional, influenciada por factores tanto climáticos como geográficos.

Figura 4.

Temperatura por estaciones de muestreo y época

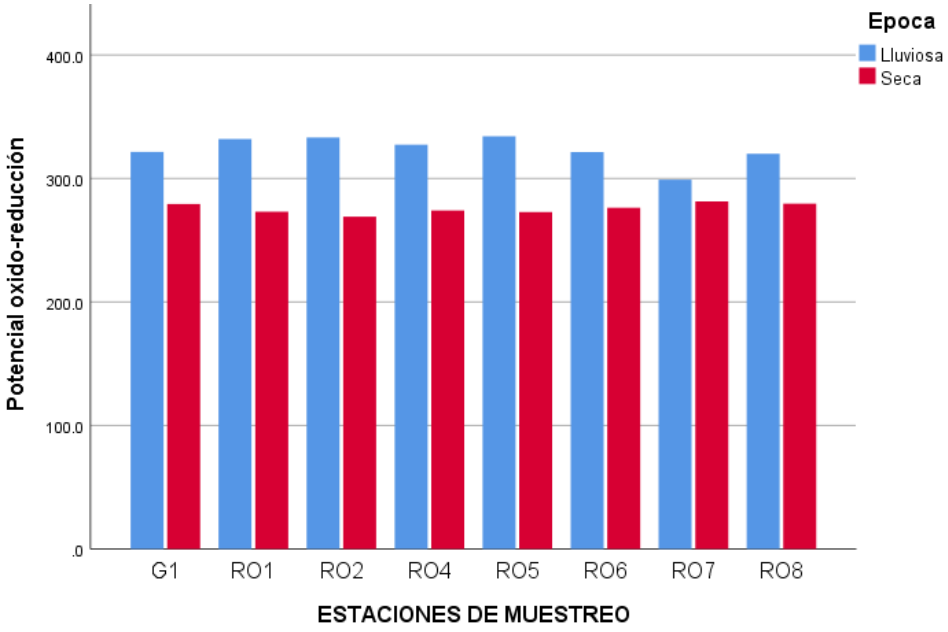


Potencial óxido-reducción

El gráfico muestra los valores del potencial óxido-reducción (ORP) registrados en las estaciones de muestreo durante las épocas lluviosa y seca. En todas las estaciones, los valores de ORP son más altos durante la época lluviosa en comparación con la época seca. Este comportamiento indica que, en temporada de lluvias, el agua presenta mayor capacidad oxidante, lo cual está asociado a una mejor oxigenación, mayor circulación del agua y menor presencia de materia orgánica en descomposición. En contraste, los valores más bajos en época seca podrían reflejar condiciones más reductoras, posiblemente por una mayor acumulación de sedimentos y menor renovación del agua. Este patrón sugiere que las condiciones redox del agua del río varían estacionalmente, influenciadas por el caudal, la oxigenación y la actividad biológica.

Figura 5.

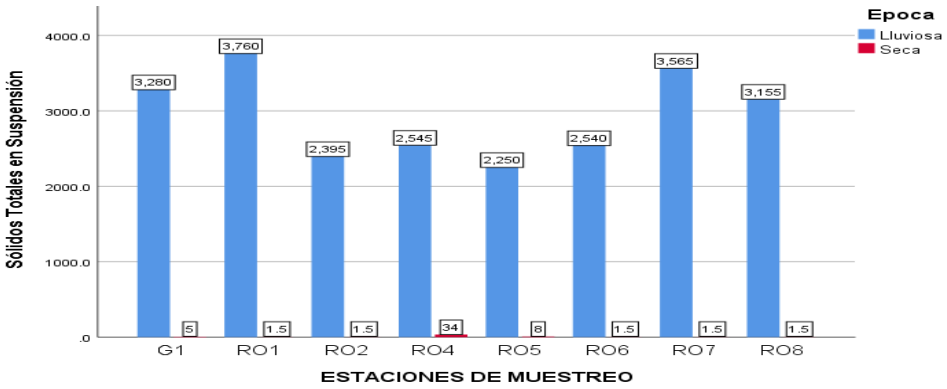
Potencial óxido-reducción por estaciones de muestreo y época



Sólidos Totales en Suspensión.

Figura 6.

Sólidos totales en suspensión por estaciones de muestreo y época



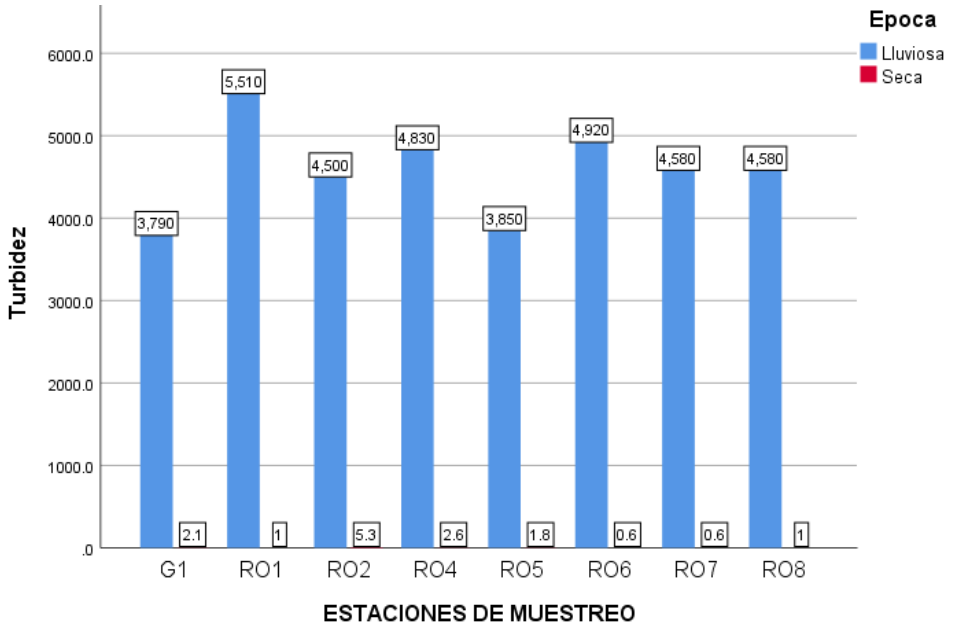
El gráfico muestra que la media de sólidos totales en suspensión es significativamente mayor durante la época lluviosa en todas las estaciones de muestreo, alcanzando valores por encima de 3,000 mg/L en estaciones como G1, RO1 y RO7, mientras que en la época seca los valores son considerablemente bajos,

en su mayoría por debajo de 10 mg/L. Esta diferencia sugiere que las lluvias incrementan notablemente la erosión, escorrentía y arrastre de sedimentos, elevando la carga de sólidos en los cuerpos de agua, lo cual puede afectar la calidad del hábitat y reducir la diversidad biológica.

Turbidez

Figura 7.

Turbidez por estaciones de muestreo y época



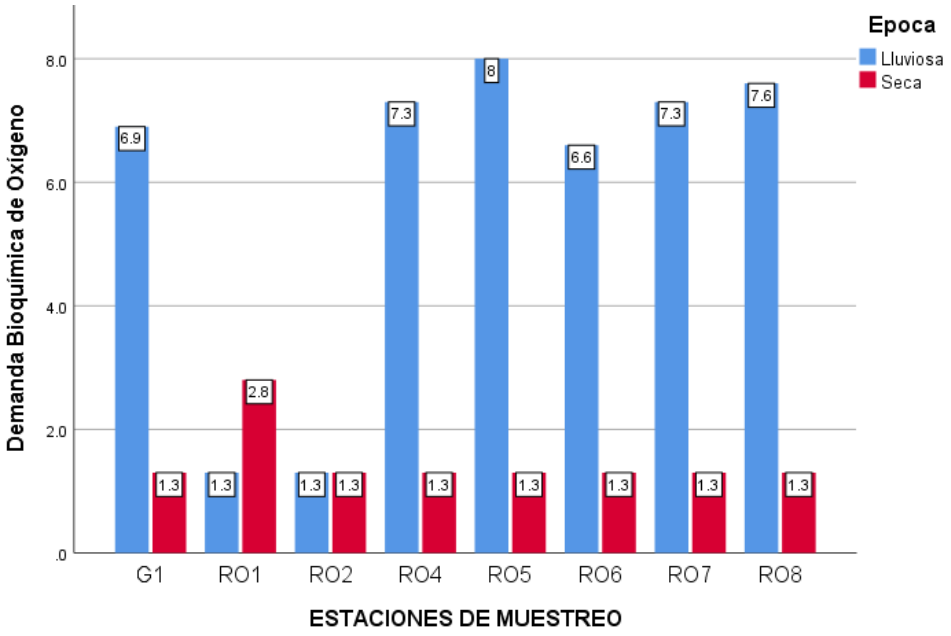
Demanda Bioquímica de Oxígeno

El gráfico presenta los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en ocho estaciones de muestreo durante las épocas lluviosa y seca. Se observa un patrón muy marcado: los valores de DBO son significativamente más altos durante la época lluviosa en todas las estaciones, con máximos que alcanzan hasta 8.0 mg/L en RO5 y 7.6 mg/L en RO8. En contraste, durante la época seca, los valores se mantienen constantes en 1.3 mg/L en casi todas las estaciones, excepto en RO1 donde se registra un ligero aumento (2.8 mg/L). Esta diferencia sugiere que en época lluviosa hay mayor presencia de materia orgánica biodegradable, probablemente por escorrentía superficial, arrastre de residuos y mayor actividad biológica. La alta DBO indica una mayor demanda de oxígeno por parte de

microorganismos para descomponer materia orgánica, lo que podría reducir los niveles de oxígeno disuelto si no hay suficiente renovación del agua. En cambio, en la época seca, el agua presenta una carga orgánica mucho menor, reflejando mejores condiciones de calidad.

Figura 8.

Demanda Bioquímica de Oxígeno por estaciones de muestreo y época



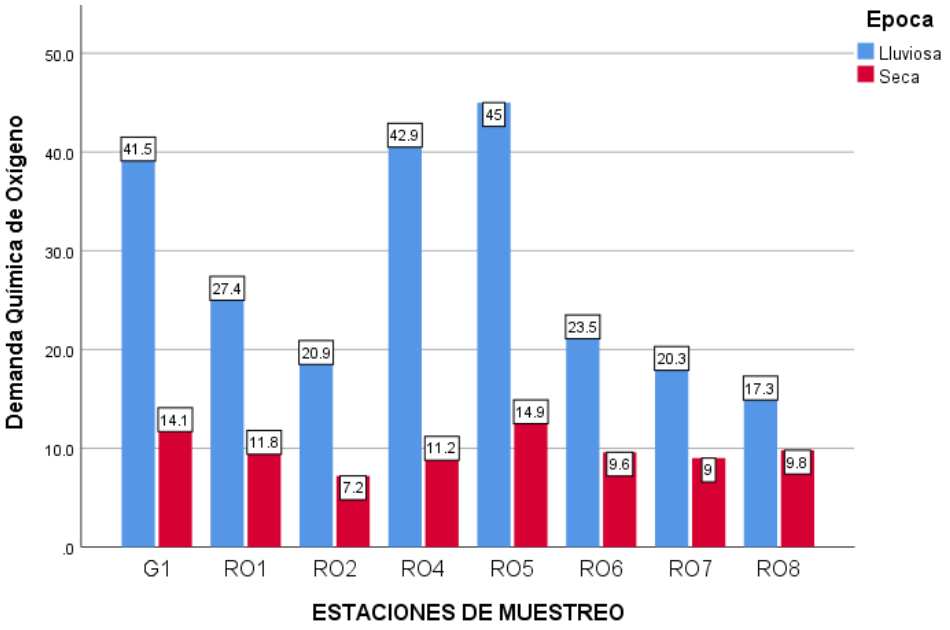
Demanda Química de Oxígeno

El gráfico muestra los valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en distintas estaciones de muestreo del río durante las épocas lluviosa y seca. Se observa que, en todas las estaciones, los valores de DQO son notablemente más altos en época lluviosa. Por ejemplo, en la estación RO5 se alcanza el valor más alto con 45 mg/L, seguido de G1 (41.5 mg/L) y RO4 (42.9 mg/L). En contraste, durante la época seca, los valores son considerablemente más bajos, destacando RO2 con apenas 7.2 mg/L. Esta diferencia sugiere una mayor presencia de materia orgánica e inorgánica oxidable durante las lluvias, posiblemente por arrastre superficial, lixiviados agrícolas o descargas urbanas. Los valores elevados de DQO en época lluviosa reflejan un aumento en la carga contaminante del agua, lo cual puede comprometer la calidad y el equilibrio del ecosistema acuático si no hay

suficiente oxigenación. En resumen, la DQO evidencia un comportamiento estacional claro, con mayor carga de contaminantes durante la temporada de lluvias.

Figura 9.

Demanda Química de Oxígeno por estaciones de muestreo y época



A continuación, se realiza el análisis de los parámetros microbiológicos

Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes

Tabla 18.

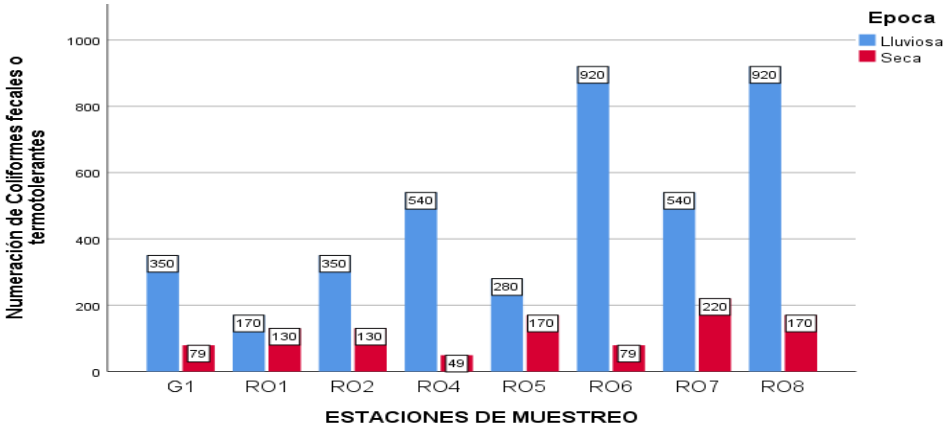
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes por estaciones de muestreo y época

Época	Estación	Unidad de medida	RO1	RO2	RO4	RO5	RO6	RO7	RO8	G1
Seca	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	130	130	49	170	79	20	70	79
Lluviosa	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	170	350	540	280	920	40	20	350

El gráfico muestra la numeración de coliformes fecales o termotolerantes en diferentes estaciones de muestreo del río durante las épocas lluviosa y seca. Se observa que, en todas las estaciones, los valores son considerablemente más altos durante la época lluviosa, alcanzando máximos de 920 NMP/100 mL en las estaciones RO6 y RO8. En cambio, en época seca los valores son mucho menores, con registros mínimos de 49 NMP/100 mL en RO4 y 79 en varias estaciones. Esta diferencia puede atribuirse al mayor arrastre de materia orgánica y residuos fecales durante las lluvias, provenientes de zonas agrícolas, ganaderas o urbanas. La presencia elevada de coliformes fecales en temporada lluviosa indica un riesgo significativo de contaminación microbiológica, lo cual compromete el uso del agua para consumo humano, recreación o riego sin tratamiento previo. Estos resultados resaltan la necesidad de monitoreo continuo y estrategias de control de fuentes contaminantes especialmente en temporada de lluvias.

Figura 10.

Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes por estaciones de muestreo y época



A continuación, se realiza el análisis de los parámetros químicos

Tabla 19.

Parámetros químicos por estaciones de muestreo y época

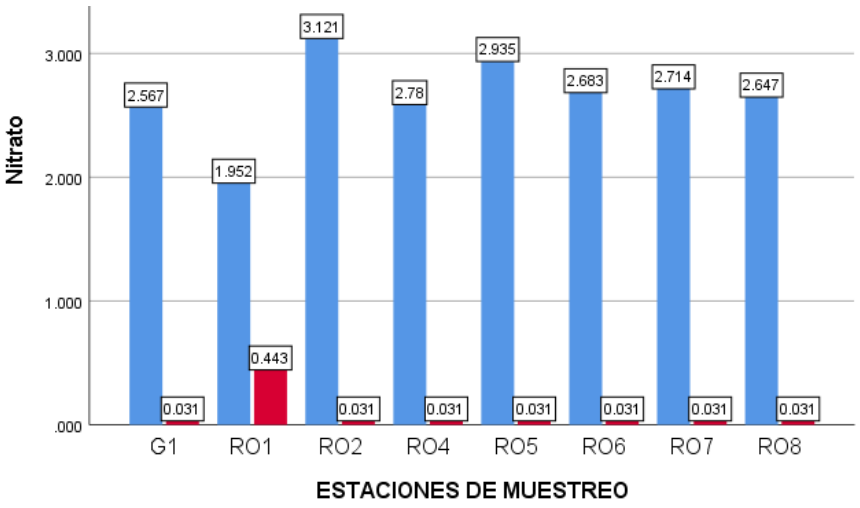
Época	Estación	Unidad de medida	RO1	RO2	RO4	RO5	RO6	RO7	RO8	G1
Seca	Nitrato	mg/L	0.443	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
	Fosfato		0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505
	Cadmio Total	µg/L	0.000015	0.000015	0.000015	0.000015	0.000015	0.000015	0.000015	0.000015
	Aluminio Total	mg/L	0.026	0.269	0.m033	0.077	0.045	0.113	0.029	0.099
	Arsénico Total	µg/L	0.00711	0.00794	0.00861	0.00989	0.00908	0.00919	0.00947	0.00929
	Boro Total		1.287	1.356	1.34	1.488	1.415	1.477	1.507	1.533
	Hierro Total	mg/L	0.028	0.2035	0.0755	0.1359	0.072	0.1237	0.0931	0.1878
	Manganeso Total		0.04854	0.05104	0.22128	0.13401	0.02682	1.56662	0.36043	0.11314
	Plomo Total	µg/L	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Lluviosa	Nitrato	mg/L	1.952	3.121	2.78	2.935	2.683	2.714	2.647	2.567
	Fosfato		0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505	0.0505
	Cadmio Total	µg/L	0.00039	0.00034	0.00037	0.00094	0.00068	1.50E-05	1.50E-05	0.00039
	Aluminio Total	mg/L	35.706	34.81	36.284	65.067	48.806	26.459	26.204	37.502
	Arsénico Total	µg/L	0.03854	0.03415	0.03611	0.07042	0.04926	0.02311	0.02333	0.03613
	Boro Total		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	Hierro Total	mg/L	29.86	28.2891	29.3062	60.8085	43.8644	19.1603	19.3013	30.4953
	Manganeso Total		1.62344	1.55185	1.62744	3.24202	2.40684	0.92782	0.9665	1.59846
	Plomo Total	µg/L	0.0225	0.0212	0.0223	0.0471	0.0352	0.0143	0.0142	0.0232

Nitrato

El gráfico muestra que las concentraciones de nitrato en el río Osmore son significativamente más altas durante la época lluviosa en todas las estaciones de muestreo, con valores que alcanzan hasta 3.121 mg/L en RO2, mientras que en la época seca los niveles son casi constantes y muy bajos (~0.031 mg/L), con excepción de RO1 donde se eleva a 0.443 mg/L. Está marcada diferencia sugiere que el arrastre de fertilizantes, aguas residuales u otros contaminantes agrícolas o urbanos durante las lluvias incrementa sustancialmente la carga de nitratos en el río, especialmente en sectores como RO2 y RO5.

Figura 11.

Nitratos por estaciones de muestreo y época



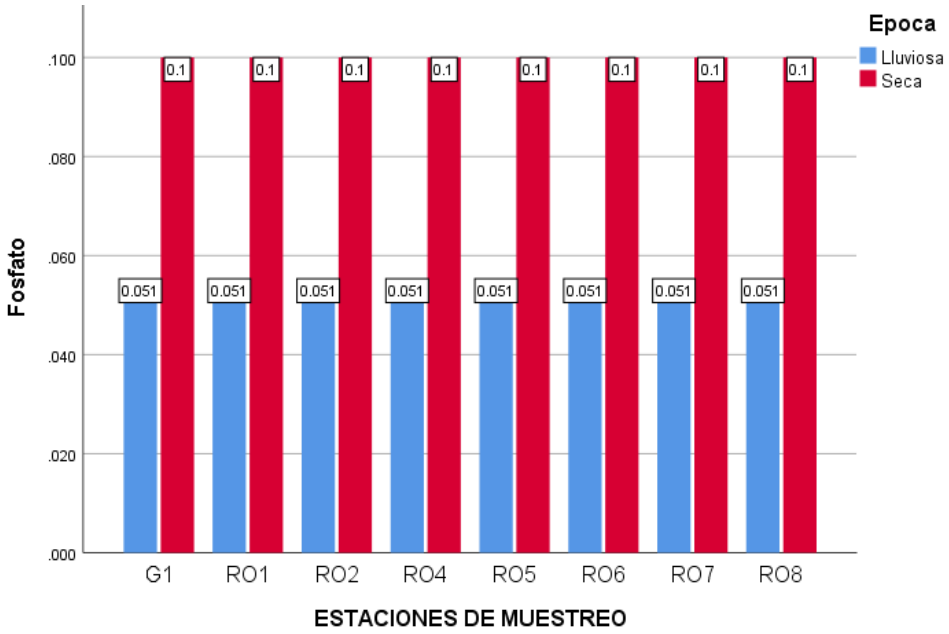
Fosfato

El gráfico muestra que las concentraciones de fosfato son idénticas entre estaciones dentro de cada época, pero claramente mayores en la época seca (0.1 mg/L) en comparación con la época lluviosa (0.051 mg/L) en todas las estaciones de muestreo del río Osmore. Esta diferencia uniforme sugiere una posible acumulación de fosfatos durante los periodos de bajo caudal, posiblemente por menor dilución o mayor permanencia de aguas contaminadas, mientras que en la época lluviosa el arrastre y dilución disminuyen su concentración aparente. Estos

valores, aunque no excesivos, pueden tener impacto ecológico si se acumulan o coinciden con otros nutrientes que favorezcan la eutrofización.

Figura 12.

Fosfato por estaciones de muestreo y época

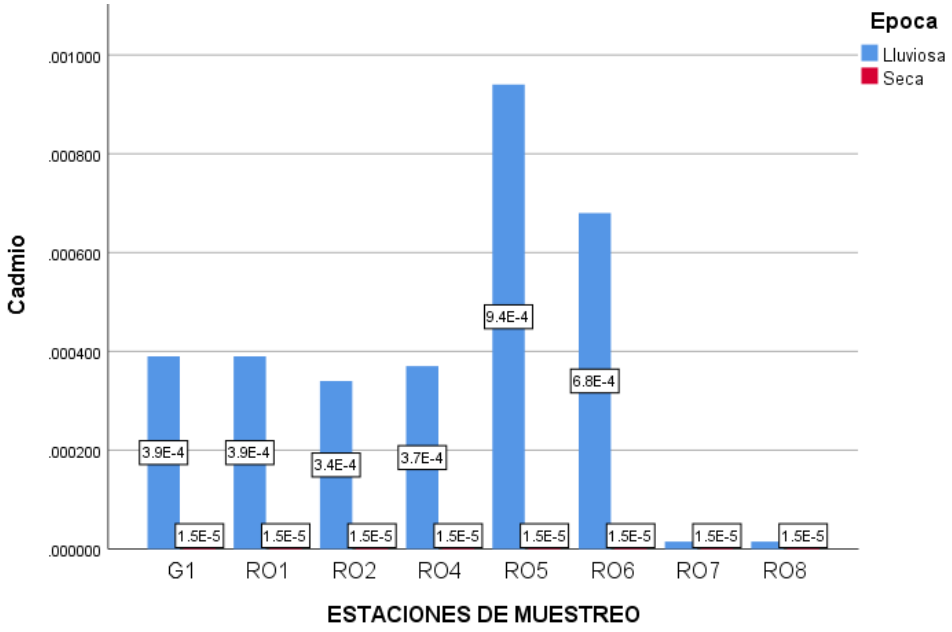


Cadmio

El gráfico muestra que las concentraciones de cadmio son significativamente más elevadas en la época lluviosa en varias estaciones, especialmente en RO5 (0.00094 mg/L) y RO6 (0.00068 mg/L), mientras que en la época seca los valores son muy bajos y uniformes (0.000015 mg/L) en todas las estaciones. Este patrón indica una posible entrada puntual o difusa de cadmio arrastrado por las lluvias, asociado probablemente a fuentes como actividades mineras, industriales o residuos urbanos. La estación RO5 destaca como punto crítico, lo que sugiere que esta zona podría estar más expuesta a fuentes de contaminación por metales pesados. Aunque los valores siguen siendo bajos, es importante contrastarlos con los límites permisibles del ECA, ya que el cadmio es un metal altamente tóxico incluso en concentraciones pequeñas.

Figura 13.

Cadmio por estaciones de muestreo y época

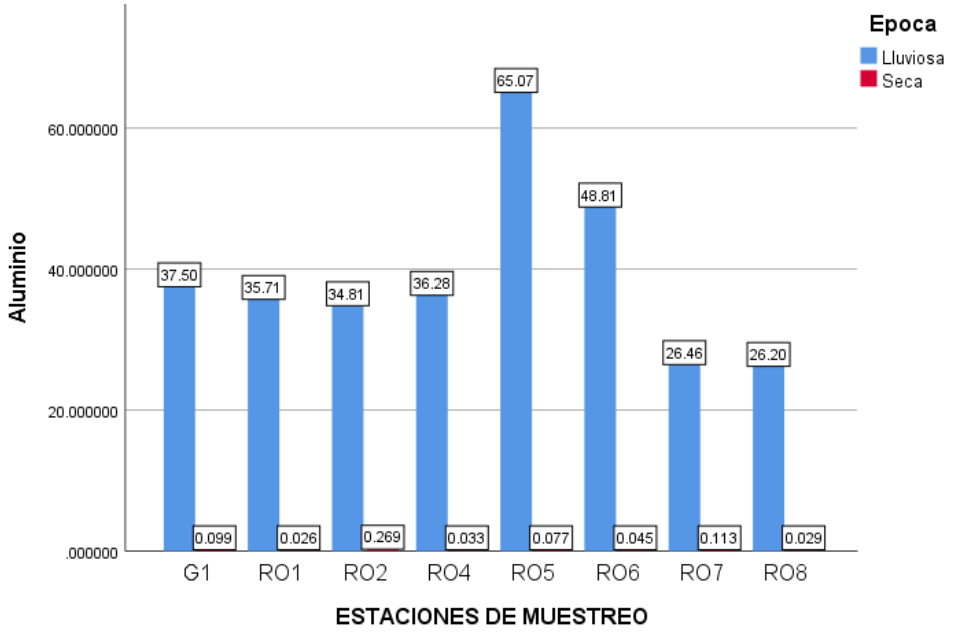


Aluminio

El gráfico evidencia que las concentraciones de aluminio son considerablemente más altas en la época lluviosa en todas las estaciones del río Osmore, con valores que superan los 60 mg/L en RO5 y los 48 mg/L en RO6, en contraste con valores mucho menores en la época seca (todos por debajo de 0.3 mg/L). Este comportamiento sugiere un fuerte aporte de aluminio durante las lluvias, posiblemente debido a erosión de suelos, escorrentía superficial o liberación desde sedimentos movilizados por el incremento del caudal. La marcada diferencia entre estaciones y épocas indica que este parámetro puede estar fuertemente influenciado por procesos naturales intensificados en época lluviosa, aunque también podrían intervenir fuentes antrópicas. Las concentraciones alcanzadas, especialmente en RO5 y RO6, merecen ser contrastadas con los límites de calidad ambiental establecidos.

Figura 14.

Aluminio por estaciones de muestreo y época

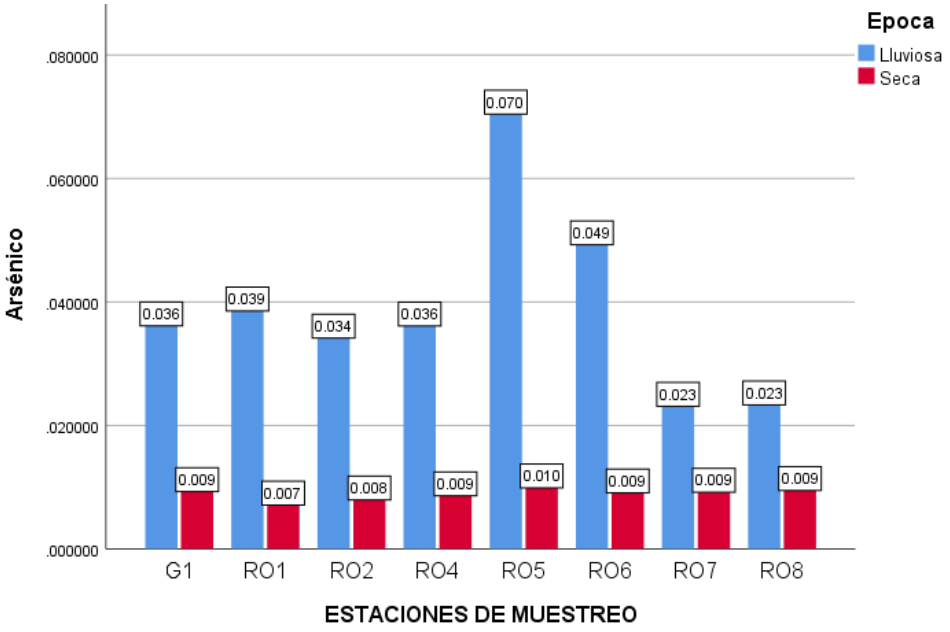


Arsénico

El gráfico revela que las concentraciones de arsénico son consistentemente más elevadas durante la época lluviosa en todas las estaciones del río Osmore, con picos destacados en RO5 (0.070 mg/L) y RO6 (0.049 mg/L). En la época seca, los niveles se mantienen bajos y relativamente homogéneos, en torno a los 0.007–0.010 mg/L. Esta diferencia sugiere que el arsénico es arrastrado hacia el río principalmente durante eventos de lluvia, probablemente desde fuentes geológicas naturales, suelos erosionados o actividades humanas como la minería. Las estaciones con los mayores valores podrían representar zonas de especial atención por su posible riesgo a la salud humana y al ecosistema, por lo que deberían compararse con los límites establecidos por el ECA para agua superficial.

Ilustración 15.

Arsénico por estaciones de muestreo y época

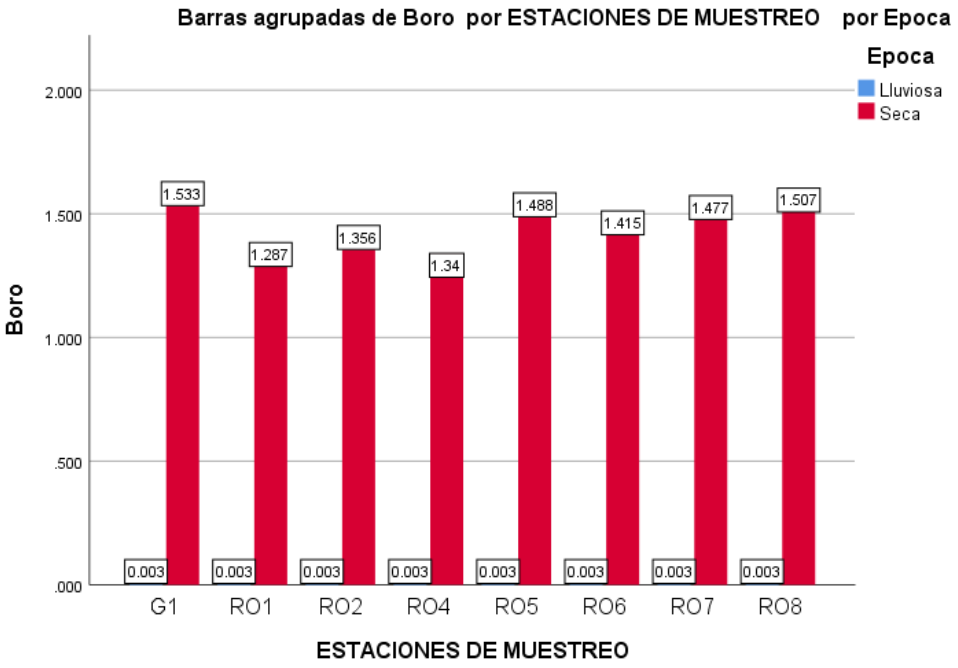


Boro

El gráfico evidencia que las concentraciones de boro en el río Osmore son notablemente más altas durante la época seca, con valores que oscilan entre 1.287 y 1.533 mg/L, mientras que en la época lluviosa los niveles se mantienen constantes y muy bajos (0.003 mg/L) en todas las estaciones. Está marcada diferencia sugiere que el boro podría estar relacionado con descargas puntuales o acumulación por evaporación en condiciones de bajo caudal, características de la estación seca. La ausencia de incremento durante la época lluviosa indica que este parámetro no se ve afectado por escorrentía superficial, sino más bien por fuentes locales o procesos de concentración natural. Se recomienda comparar estos valores con los límites del ECA, especialmente si el agua tiene uso agrícola o recreativo, dada la sensibilidad de algunos cultivos al boro.

Figura 16.

Boro por estaciones de muestreo y época

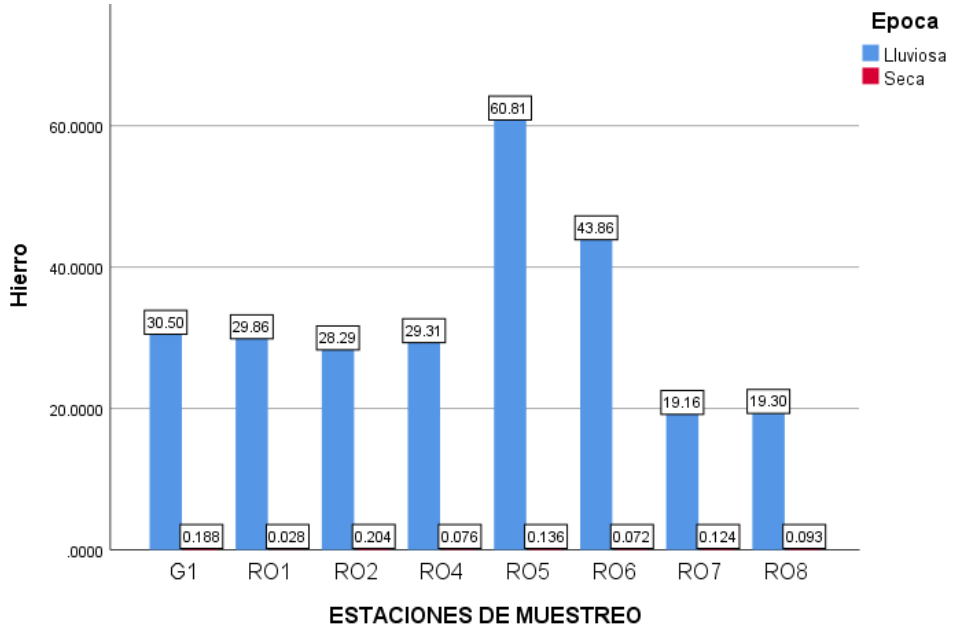


Hierro

El gráfico muestra que las concentraciones de hierro son considerablemente más elevadas durante la época lluviosa en todas las estaciones del río Osmore, con picos destacados en RO5 (60.81 mg/L) y RO6 (43.86 mg/L), mientras que en la época seca los valores se mantienen mucho más bajos, por debajo de 0.2 mg/L. Esta diferencia sugiere una fuerte influencia de procesos como la erosión de suelos, arrastre de sedimentos o lixiviación de minerales durante las lluvias, que liberan hierro al cuerpo de agua. Las estaciones RO5 y RO6 podrían estar expuestas a fuentes adicionales de contaminación o características geológicas particulares. Dado que el hierro en exceso puede afectar el color, olor y sabor del agua, así como tener impactos en los ecosistemas acuáticos, es importante evaluar estos niveles en función de los límites normativos de calidad ambiental (ECA).

Figura 17.

Hierro por estaciones de muestreo y época

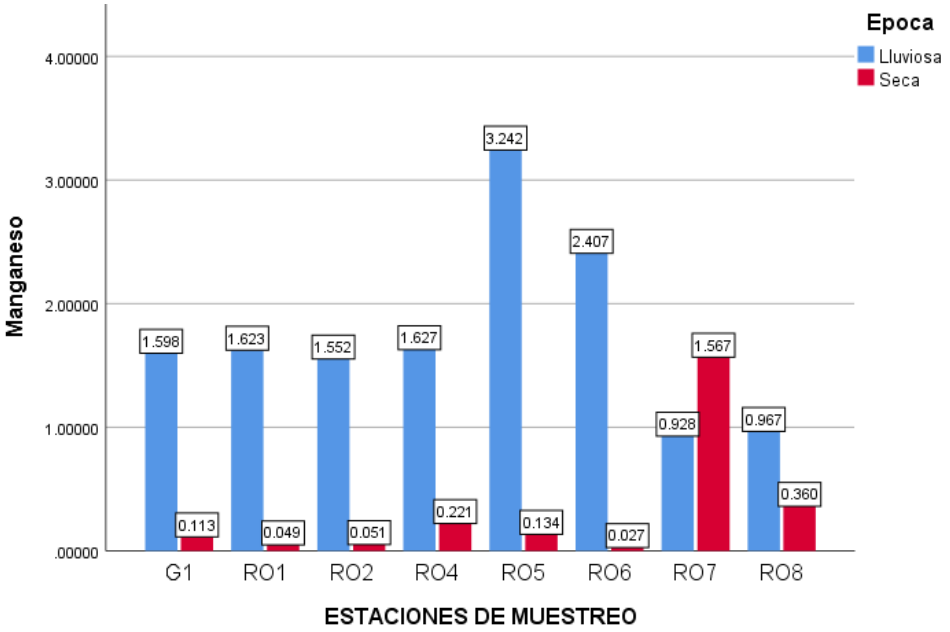


Manganeso

El gráfico muestra que las concentraciones de manganeso son en general más altas durante la época lluviosa, especialmente en las estaciones RO5 (3.242 mg/L) y RO6 (2.407 mg/L), lo que indica un fuerte arrastre de este metal por lluvias y escorrentías. Sin embargo, en RO7 y RO8 ocurre lo contrario: las concentraciones son más altas en la época seca, alcanzando 1.567 mg/L y 0.967 mg/L respectivamente, lo que sugiere posibles fuentes locales o descargas puntuales durante el periodo de bajo caudal. Este comportamiento mixto refleja que el manganeso puede tener origen tanto natural como antropogénico, con variabilidad espacial significativa. Es fundamental contrastar estos valores con los límites del ECA, ya que el manganeso en altas concentraciones puede afectar la potabilidad del agua y la salud acuática.

Figura 18.

Manganeso por estaciones de muestreo y época

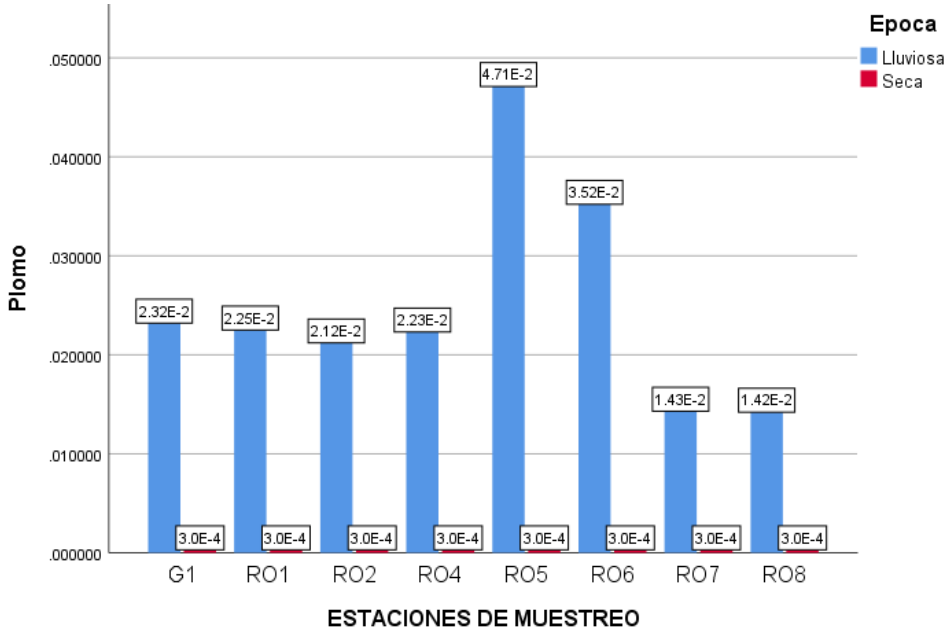


Plomo

El gráfico evidencia que las concentraciones de plomo son considerablemente más altas durante la época lluviosa en todas las estaciones del río Osmore, alcanzando un valor máximo de 0.0471 mg/L en RO5, seguido por 0.0352 mg/L en RO6. En cambio, durante la época seca, las concentraciones se mantienen bajas y uniformes en todas las estaciones, con un valor constante de 0.0003 mg/L. Este patrón indica un fuerte efecto del arrastre superficial durante las lluvias, posiblemente vinculado a fuentes industriales, mineras o urbanas que descargan plomo hacia el cuerpo de agua. La estación RO5, con los niveles más altos, podría representar un punto crítico de contaminación. Dada la alta toxicidad del plomo, incluso en bajas concentraciones, estos valores deben ser comparados con los límites normativos del ECA, especialmente si el agua tiene uso recreativo, agrícola o de consumo.

Figura 19.

Plomo por estaciones de muestreo y época



Objetivo 3: Correlacionar los índices bióticos con parámetros ambientales que superan los ECA's y el ICARHS en el rio Osmore.

Correlacionar los índices bióticos con parámetros ambientales que superan los ECA's

Prueba de Normalidad

Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución

Confianza: 95%

Significancia: 5%

Tabla 20.

Pruebas de normalidad - Spearman

Shapiro - Wilk			
Índice	**Estadistico**	**Gl**	**Sig.**
IBF	.792	7	.034
ETP	.453	7	<.001
BMWP	.794	7	.036
SHANON	.615	7	<.001

Correción de significacion de Lilliefors

Tras observar los datos y dado que la muestra es menor a 50, se tendrá en consideración la prueba de Shapiro Wilk, así mismo se observa que las variables no siguen una distribución normal, ya que el p - valor es < a (0.05), lo cual se rechaza la Ho y se acepta la Ha, lo cual indica que los datos no tienen una distribución normal, entonces empleamos pruebas no paramétricas (Rho Spearman) para medir correlación de variables.

Prueba No Paramétrica (Prueba T Wilcoxon)

Planteamiento de la hipótesis

Ho: $\mu 1 = \mu 2$ (las medias son iguales, no hay diferencia significativa entre el pre y post)

Ha: $\mu 1 \neq \mu 2$ (las medias son iguales, si hay diferencia significativa entre el pre y post)

Nivel de Significancia

Alfa: 5% (0.05)

Prueba Estadística

Prueba T para muestras relacionadas

Criterios de decisión

Si p>=0.05, aceptamos la hipótesis y rechazamos la Ha

Si p<0.05, rechazamos la hipótesis y aceptamos la Ha

Tabla 21.

Prueba T Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.[a,b]	Decisión
1	La mediana de diferencias entre IBF y BMWP es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.044	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Como n=<0.05, por lo tanto, rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, es decir las medias entre el pre y el post son significativamente diferentes, por lo tanto se concluye que los los índices bióticos se relacionan significativamente con los factores ambientales estresantes para la evaluación de la calidad de las aguas del rio Osmore.

Tabla 22.

Tabla unificada con todos los índices bióticos por estación (IBF, ETP, BMWP y Shannon)

Estación	IBF	ETP	BMWP	Shannon
RO1	7		2	
RO2	6	0.023	6	0.6365
RO4	7		2	
RO5	3		6	
RO6	7		2	
RO7	6.4375		2	0.6853
RO8	4		0	

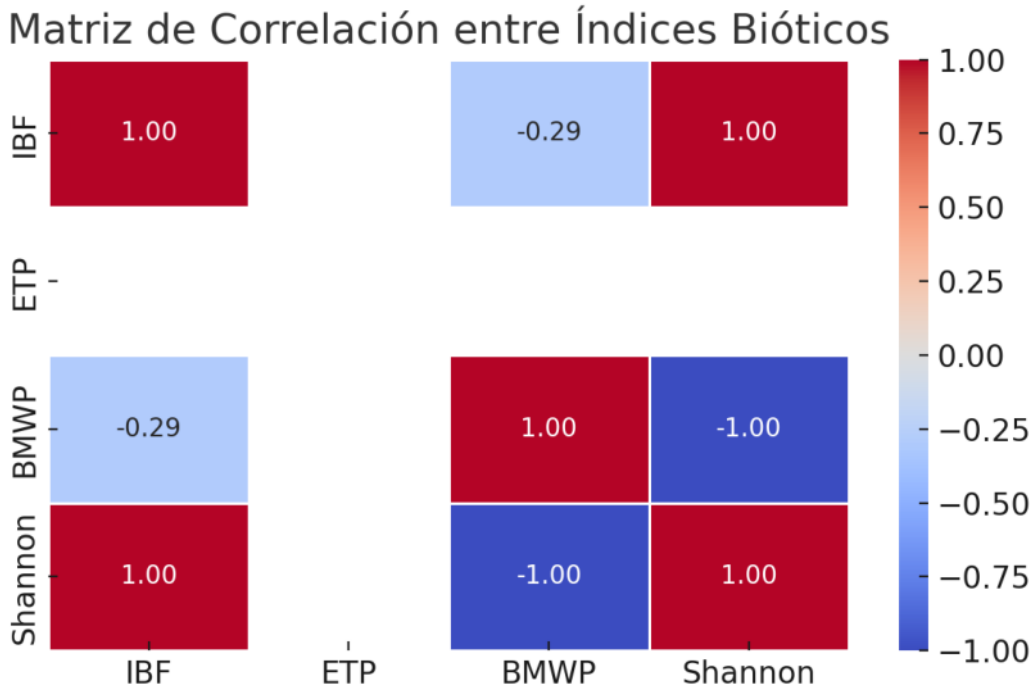
Tabla 23.

Tabla unificada con todos los índices bióticos por estación (IBF, ETP, BMWP y Shannon)

	IBF	ETP	BMWP	Shannon
IBF	1		-0.29	1
ETP				
BMWP	-0.29		1	-1
Shannon	1		-1	1

Figura 20.

Mapa de calor de correlación entre los índices bióticos (IBF, ETP, BMWP, Shannon)



La matriz de correlación entre los índices bióticos (IBF, ETP, BMWP y Shannon) revela relaciones relevantes en la evaluación ecológica del río Osmore. Se observa una correlación perfecta positiva entre el índice IBF y el índice de Shannon (r = 1), lo que indica que a mayor riqueza y diversidad taxonómica (Shannon), también se incrementa la calidad ecológica según el IBF. Por el contrario, el índice BMWP muestra una correlación negativa con IBF (r = -0.29) y una correlación perfectamente inversa con Shannon (r = -1), lo cual podría indicar que en las estaciones donde hay mayor diversidad general (Shannon), las familias sensibles que pondera el BMWP no necesariamente están presentes en la misma

proporción. La ausencia de datos suficientes del índice ETP impide establecer relaciones concluyentes. En general, estos resultados sugieren que los índices IBF y Shannon presentan comportamientos similares, mientras que el BMWP puede tener una respuesta distinta ante la composición taxonómica de los macroinvertebrados.

Correlacionar los índices bióticos y el ICARHS en el rio Osmore.

Tabla 24.

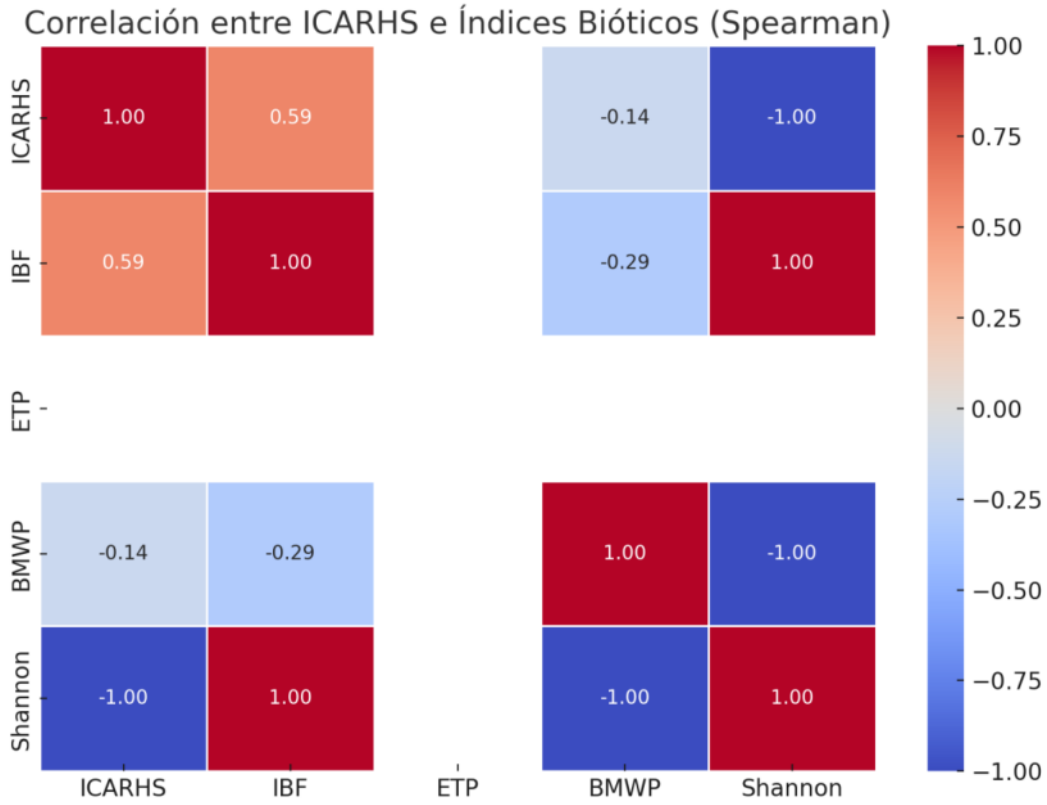
Correlacionar los índices bióticos y el ICARHS en el rio Osmore.

	ICARHS	IBF	ETP	BMWP	Shannon
ICARHS	1	0.59		-0.14	-1
IBF	0.59	1		-0.29	1
ETP					
BMWP	-0.14	-0.29		1	-1
Shannon	-1	1		-1	1

La correlación entre los índices bióticos y el ICARHS en el río Osmore revela una relación directa y moderada entre el ICARHS y el índice IBF (r = 0.59), lo que sugiere que una mejor calidad fisicoquímica del agua se asocia con una comunidad de macroinvertebrados más saludable. Por otro lado, se observa una correlación negativa entre el ICARHS y el índice BMWP (r = -0.14), y una fuerte correlación inversa con el índice de Shannon (r = -1.00), lo que podría indicar una disminución en la diversidad biológica cuando los valores del ICARHS aumentan, aunque este valor extremo debe interpretarse con cautela debido a la limitada cantidad de datos. En conjunto, los resultados permiten afirmar que los cambios en la calidad del agua, reflejados en el ICARHS, tienen un impacto tangible en la estructura y diversidad de las comunidades acuáticas.

Figura 21.

Mapa de calor de correlación Entre ICARHS E Índices Bióticos (Spearman)



4.1.2 Resultados inferenciales

Prueba de Hipótesis General

H_a. Los índices bióticos tienen relación directa con las características ambientales para la evaluación de la calidad del agua en el rio Osmore

La contrastación de la hipótesis general evidenció que existe una relación directa entre los índices bióticos y las características ambientales del río Osmore, lo cual fue respaldado mediante el análisis de correlación de Spearman. Se encontró una correlación moderada positiva entre el ICARHS y el índice IBF ($r = 0.59$), así como asociaciones significativas entre algunos índices bióticos y parámetros que superan los ECA, como el nitrato y el aluminio. Estos resultados confirman que la calidad ecológica reflejada en los índices bióticos está influenciada por la calidad

fisicoquímica y microbiológica del agua, permitiendo aceptar la hipótesis general con un nivel de significancia del 95%.

Hipótesis especifica 1

H_1 La composición taxonómica de macroinvertebrados tiene una mayor abundancia de *Chironomidos* y *Baétidos* con índices bióticos de calidad regular del agua.

Los resultados respaldan la hipótesis específica 1, ya que se comprobó que la composición taxonómica de macroinvertebrados en el río Osmore está dominada por *Chironomidae* y *Baetidae*, familias características de ambientes con presión ambiental. Esta dominancia se asocia con valores de índices bióticos que reflejan una calidad del agua regular, especialmente en estaciones donde se registraron presiones antrópicas o alteraciones fisicoquímicas. Por tanto, la hipótesis puede considerarse aceptada, al demostrar que la estructura biológica responde a los niveles de perturbación ambiental.

Hipótesis especifica 2

H_2 Los parámetros más abundantes que se registraron en el rio Osmore son DBO_5, coliformes fecales, nitratos y fosfatos.

El análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos frente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en el río Osmore evidenció que los valores de DBO_5, coliformes fecales, nitratos y fosfatos fueron los que con mayor frecuencia excedieron los límites normativos durante la época seca. Este patrón sugiere una presión ambiental constante asociada a descargas domésticas, agrícolas y posiblemente industriales. Por tanto, la hipótesis específica 2 queda confirmada, al demostrarse que estos cuatro parámetros son los principales indicadores de alteración de la calidad del agua en el área de estudio.

Hipótesis especifica 3

H_3 El nivel de correlación entre los índices bióticos con los parámetros ambientales que superan los ECA's y el ICARHS se encuentran en un rango de 0,4 – 0,6. Con un nivel de significancia de 95% en el rio Osmore.

Los resultados obtenidos a través del análisis de correlación de Spearman permiten aceptar parcialmente la hipótesis específica 3, al encontrarse una correlación moderada positiva (r = 0.59) entre el índice ICARHS y el IBF, así como correlaciones similares entre algunos índices bióticos y parámetros específicos que superaron los ECA, como el nitrato. No obstante, otros índices como BMWP y Shannon mostraron correlaciones débiles o valores extremos, posiblemente influenciados por el número limitado de datos válidos. A pesar de estas limitaciones, se confirma la existencia de asociaciones significativas que respaldan el uso combinado de indicadores bióticos y fisicoquímicos en la evaluación de la calidad del agua en el río Osmore.

4.2 Discusión

4.2.1 Composición taxonómica de macroinvertebrados bentónicos del rio Osmore.

La composición taxonómica de macroinvertebrados que se identificaron para la época seca los órdenes de *Diptera* (familia *Chironomidae*, subfamilia *Orthocladiinae*), *Diptera* (familia *Chironomidae*, subfamilia *Chironominae*), Ephemeroptera (familia *Baetidae*, subfamilia Andesiops sp), *Odonata* (familia *Aeshnidae*, subfamilia *Aeshna sp*.), *Tricladida* (familia *Dugesiidae*, subfamilia, *Dugesia sp*.), la cual el orden con mayor abundancia fue el *Diptera* (familia *Chironomidae*, subfamilia *Orthocladiinae*). Así mismo se identificó para la época de estiaje particularmente en los dos puntos finales cercanos a la desembocadura del rio, donde se identificó el orden de *Decapoda* (familia *Palaemonidae*, subfamilia *Palaemonidae*). De los cuales el orden de *Diptera* (familia *Chironomidae*) presentó mayor número de especie por familia. Según Roldán & Ramírez, (2008). los individuos del orden *Diptera* (familia *Chironomidae*), presentan una gran sensibilidad ante las perturbaciones de su medio acuático, también describen a los *Ephemeropteros* son muy sensibles a factores de estrés dentro de sus medios acuáticos, los cuales denotan contaminación, especialmente en medios con falta de oxígeno, presencia de metales inorgánicos y otros compuestos químicos. Del mismo modo los individuos del orden *Odonata* se desarrollan en ambientes con leves niveles de eutrofización. Finalmente, *Tricladida*

los cuales del mismo modo describen una caracterización del medio acuático, ya que su presencia o ausencia y de algunas especies más tolerantes denotan contaminación leve. Es allí que (Córdova Córdova, 2021) también identificó individuos de los órdenes *Chironomidae* siendo este orden el de mayor abundancia. Sin embargo, identificó también familias de *Simuliidae*, *Baetidae*, y con menor representatividad *Veliidae*, *Thiaridae*, *Stratiomyidae*, *Hydrophilidae*, *Glossiphoniidae* y *Ceratopogonidae*. Mientras que en (Quesada Zamudio & Urbano Ccaccasaca, 2023) estudio realizado en el rio Rímac hallaron también del orden *Díptera* es el que presentó mayor número de familias, así mismo *Ephemeroptera*, *Coleoptera* y *Trichoptera*, y en menor representatividad *Gastropoda*, *Odonata*, *Trombidiformes* y *Annelida*. Donde también (Del Águila Castañeda & Juarez Corro, 2023) identifico las siguientes familias en su estudio realizado en constituida en gran proporción por el orden *Diptera*, seguido por *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Odonata*, *Basommatophora*, *Trombidiformes*, *Amphipoda*, *Tricladida*, *Haplotaxida*, *Mesogastropoda* en el estudio que realizó en el rio Motil. Todas estas especies con capacidad de ser sensibles y otros tolerantes a presencia de factores ambientales estresantes dentro de sus hábitats, indicando que gran parte de los ríos en el Perú en este caso los analizados, siendo estos ríos de subcuencas ubicadas en zonas costeras presentan niveles moderados y altos de perturbación ecológica.

4.2.2 Calidad de las aguas del rio Osmore mediante índices bióticos

Los resultados obtenidos revelan una fuerte interacción entre los factores fisicoquímicos, microbiológicos y la estructura de comunidades bentónicas, representadas por los índices IBF, BMWP, Shannon y ETP. Para el índice ETP indicó que en la estación de muestreo RO2 con ETP 33%, con clase 3, dando como resultado valoración de calidad del agua “Regular”.

Según (Gamboa et al., 2008), este índice el cual toma como referencia la presencia o ausencia de los órdenes *Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera*, en un grupo de las muestras recolectadas para cada estación de muestreo, estas comunidades de insectos son vulnerables a las perturbaciones o estrés presente por las variaciones de la concentración de los compuestos químicos que vienen a ser factores ambientales en los hábitats en donde se encuentran y desarrollan. De forma

similar, (Castañeda Estela, 2021), en el estudio que realizó en rio Grande (Cajamarca), encontró que la calidad del agua hallada para las estaciones de muestreo obtiene una valoración de “Pobre” o “Mala”. Así mismo (Silva Poma, 2022), afirma haber encontrado en sus puntos de muestreo calidad de agua “Mala”, mediante el uso del mismo índice en su estudio realizado en la región de Junín y Pasco, estos debido a que la presencia de estos tres órdenes se encuentra de forma escasa, la causa principal es que son altamente sensibles a las perturbaciones en su medio acuático, comprobadas con los resultados obtenidos en campo.

El resultado que se obtuvo para el índice IBF (Índice Biótico de Familias) fue en la estación RO1 “Malo, muy perturbado”, RO2 “Regular, perturbado”, RO4 “Malo, muy perturbado”, RO5 “Muy bueno, no perturbado”, RO6 “Malo, muy perturbado”, RO7 “Malo, muy perturbado”, siendo una predominancia a ser una calidad de agua “mala y muy perturbada”. Hilsenhoff (Figueroa et al., 2003), afirma que para la obtención de dichos resultados va a depender de la cantidad de individuos encontrados según su familia, siendo su puntuación la tolerancia. Sin embargo, en el estudio realizado por (Silva Poma, 2022), utilizando el IBF identifico que algunas de sus estaciones de muestreo presentaron calidad regular a muy buena. (Hoyos Pompa, 2019), en su estudio en el rio Muyoc, en sus estaciones de muestreo obtuvo resultados similares los cuales fueron de calidad de agua “Mala”, la cual presenta individuos más tolerantes a la contaminación, indicándonos presencia de disturbios o estrés ambiental a través de contaminantes. Además, la alta frecuencia de familias tolerantes como *Chironomidae* y *Baetidae*, asociadas a estaciones con calidad "regular" o "mala" según IBF, respalda estudios como el de Reynaga y Dos Santos (2012), quienes afirman que estos grupos tienden a dominar en ambientes moderadamente perturbados, siendo particularmente abundantes en zonas con carga orgánica elevada. De forma similar, Ramírez et al. (2014) destacan que *Chironomidae* puede sobrevivir en ambientes con bajos niveles de oxígeno disuelto, reflejando condiciones de estrés ambiental significativo.

Para el índice BMWP se obtuvo como resultado para las estaciones de muestreo RO1 “Aguas extremadamente contaminadas”, RO2 “Aguas extremadamente contaminadas”, RO4 “Aguas extremadamente contaminadas”, RO5 “Aguas extremadamente contaminadas”, RO6 “Aguas extremadamente

contaminadas", RO7 "Aguas extremadamente contaminadas", RO8 "Aguas extremadamente contaminadas". Roldán & Ramírez, (2008), mencionan que el índice BMWP clasifica a las familias asignándole puntuaciones, donde finalmente el mayor valor denota mayor tolerancia, y el valor más bajo establece la escaza tolerancia a las perturbaciones del medio ecológico donde habitan. Según Cordova Cordova (2021), obtuvo como resultado dentro de su estudio que la calidad de las aguas se encuentra "Moderadamente contaminadas" en mayor parte de sus estaciones de muestreo. Según (Hoyos Pompa, 2019), de forma similar identificó que en sus estaciones de muestreo obtuvieron un resultado de "Aguas muy contaminadas". Del mismo modo Castañeda Estela (2021), en el estudio que realizó obtuvo como resultado de "Moderadamente contaminadas" para gran parte de sus estaciones muestreo. Esta situación se ve reflejada en la presencia exclusiva de familias altamente tolerantes a la contaminación, como *Chironomidae*, y la ausencia de familias sensibles. Dichos resultados reflejan un ecosistema acuático fuertemente perturbado y degradado, lo que evidencia una crítica situación ambiental que requiere acciones urgentes de recuperación, monitoreo y gestión para mejorar la calidad del agua y la biodiversidad en el área evaluada.

4.2.3 Concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en el rio Osmore

Respecto a los parámetros ambientales, los más frecuentes en superar los límites del ECA fueron DBO_5, coliformes fecales, nitratos y fosfatos, lo cual coincide con los hallazgos de García y Palomino (2019) en el río Tambo, donde también se identificaron estos mismos contaminantes como los principales causantes de alteración ecológica. Estos compuestos están generalmente asociados a descargas domésticas, aguas residuales sin tratamiento y escorrentía agrícola rica en nutrientes. Sin embargo, Quesada Zamudio & Urbano Ccaccasaca (2023) en el estudio que realizaron en el rio Rimac, todos los parámetros físico-químicos analizados se ubican por debajo de los ECA's. Para el parámetro nitratos y fosfatos se obtuvo valores alcanzan hasta 3.121 mg/L en RO2, mientras que en la época seca los niveles son casi constantes y muy bajos (~0.031 mg/L), con excepción de RO1

donde se eleva a 0.443 mg/L. Está marcada diferencia sugiere que el arrastre de fertilizantes, aguas residuales u otros contaminantes agrícolas o urbanos durante las lluvias incrementa sustancialmente la carga de nitratos en el río, especialmente en sectores como RO2 y RO5. Hoyos Pompa, (2019) en su estudio obtuvo resultados diferentes donde todos los valores se encuentran por debajo de los ECA's para agua. Los nitratos se generan mediante la utilización de herbicidas, fertilizantes y pesticidas donde en altas concentraciones por las actividades agropecuarias, que llegan al río a través de escorrentía, esto puede deberse a que la fertilidad de los suelos en dicha región son suelos húmedos, lo que genera una disminución en el uso de fertilizantes.

Por otra parte, la aplicación del índice ICARHS, basado en el modelo CCME-WQI, permitió una evaluación integral del agua considerando tres factores: alcance (F1), frecuencia (F2) y amplitud (F3) de los parámetros que incumplen los ECA. Esta metodología ha sido recomendada por OEFA (2022) para diagnósticos regionales de cuerpos de agua, por su capacidad de integrar múltiples dimensiones de la contaminación y facilitar la comparación entre estaciones.

4.2.4 Correlación los índices bióticos con parámetros ambientales que superan los ECA's y el ICARHS en el rio Osmore.

El índice IBF mostró una correlación moderada positiva con el ICARHS (r = 0.59), lo cual evidencia que a medida que mejora la calidad fisicoquímica del agua, también se incrementa la calidad ecológica medida por macroinvertebrados. Esto concuerda con lo reportado por Mendoza y Tovar (2020) en la cuenca del río Mantaro, donde también se identificó una correlación significativa entre el ICARHS y el IBF (r = 0.61), concluyendo que los organismos bentónicos responden claramente a la variación en la calidad del agua.

Un aspecto importante es la correlación inversa observada entre el índice de Shannon y el ICARHS (r = -1.00). Aunque este valor extremo podría deberse a la limitada cantidad de datos válidos, también puede reflejar una respuesta no lineal de la biodiversidad frente a la calidad fisicoquímica del agua. En este sentido, Ríos-Touma et al. (2017) explican que, en sistemas altoandinos, la diversidad puede verse afectada no solo por contaminación, sino también por factores naturales como

la altitud, temperatura y condiciones hidromorfológicas. Es decir, estaciones con buena calidad química podrían tener menor diversidad simplemente por limitaciones físicas del hábitat.

En relación con el índice BMWP, se observó una correlación débil con el ICARHS ($r = -0.14$), lo cual puede interpretarse como una baja sensibilidad del BMWP frente a parámetros fisicoquímicos en ciertos rangos o zonas específicas. Esto también ha sido documentado por Acosta et al. (2016), quienes advierten que el BMWP, aunque útil, puede sobreestimar o subestimar la calidad ecológica si no se adapta localmente a las condiciones de altitud y biogeografía. Por ello, algunos investigadores proponen el uso de versiones regionales del índice como el BMWP-Perú o el BMWP-Andes para mejorar su sensibilidad y exactitud (Ríos-Touma et al., 2017).

Finalmente, la correlación entre los parámetros ambientales y los índices bióticos valida el enfoque multivariado en el monitoreo de calidad del agua. Estudios como el de Vásquez y Zúñiga (2021) en la cuenca del río Chili han demostrado que la evaluación combinada de indicadores bióticos y fisicoquímicos mejora la precisión en la clasificación de ecosistemas acuáticos, al reflejar tanto las condiciones actuales como los efectos acumulativos de la contaminación.

V. CONCLUSIONES

Se confirmó la existencia de una relación directa y significativa entre los índices bióticos y los factores ambientales estresantes en el río Osmore. Esta relación refleja que los macroinvertebrados acuáticos responden de manera predecible a las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua. En particular, la correlación moderada positiva entre el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) y el índice biótico de familias (IBF) ($r = 0.59$) respalda el uso conjunto de ambos indicadores como herramientas complementarias para la evaluación ecológica de ecosistemas acuáticos. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis general con un nivel de confianza del 95%.

La composición taxonómica de macroinvertebrados identificada durante la época seca evidenció una alta abundancia de *Chironomidae* y *Baetidae*, familias bioindicadoras asociadas a condiciones de calidad de agua regular a mala. Esta dominancia coincide con los valores obtenidos mediante los índices IBF y BMWP, reforzando su utilidad como indicadores sensibles en contextos de perturbación ambiental. Por lo tanto, se valida la hipótesis específica 1 al demostrar que la estructura biológica de la comunidad responde directamente a los niveles de alteración del hábitat acuático.

Se caracterizaron las concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, encontrando que durante la época seca los valores de DBO_5, coliformes termotolerantes, nitratos y fosfatos fueron los que con mayor frecuencia superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Este comportamiento sugiere una influencia significativa de fuentes antrópicas, como descargas domésticas, escorrentía agrícola y actividades urbanas. En consecuencia, se acepta la hipótesis específica 2, al identificarse estos parámetros como las principales amenazas a la calidad del agua en la zona de estudio.

El análisis estadístico empleando la correlación de Spearman reveló que el índice IBF presenta una correlación positiva moderada con el ICARHS ($r = 0.59$), y que parámetros como el nitrato también mostraron asociaciones significativas con diversos índices bióticos. No obstante, algunas correlaciones extremas observadas, como en el índice Shannon y BMWP (± 1.00), deben ser interpretadas con cautela debido al tamaño limitado de la muestra. Aun así, los resultados permiten aceptar

parcialmente la hipótesis específica 3, evidenciando una asociación estadísticamente significativa entre la calidad ecológica (evaluada con índices bióticos) y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

VI. RECOMENDACIONES

Implementar sistemas de monitoreo continuo de calidad de agua, que integren tanto parámetros fisicoquímicos como índices bióticos (ETP, IBF, BMWP, Shannon, ICARHS), especialmente en zonas críticas del río Osmore, con el fin de detectar de manera oportuna focos de contaminación y facilitar la toma de decisiones correctivas inmediatas.

Fortalecer la infraestructura de tratamiento de aguas residuales y el manejo adecuado de residuos sólidos en los sectores urbano, agrícola y agroindustrial dentro de la subcuenca el cual pertenecer el río Osmore, priorizando tecnologías limpias, sistemas de humedales artificiales, y mecanismos de reutilización segura.

Actualizar y reforzar los instrumentos de gestión ambiental local y regional, integrando evaluaciones bióticas como requisito obligatorio en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y en los planes de manejo hídrico, con especial énfasis en cuerpos de agua sometidos a múltiples presiones antropogénicas.

Diseñar e implementar un Plan Integral de Recuperación Ecológica del río Osmore, que articule a las autoridades locales (ANA, gobiernos regionales, municipalidades, MINAM, OEFA, SERNANP, etc.), organizaciones civiles y usuarios del agua. Este plan debe contemplar metas medibles, cronogramas, responsables y mecanismos de fiscalización.

Desarrollar campañas permanentes de educación y sensibilización ambiental en las comunidades ribereñas, orientadas a fomentar prácticas sostenibles de uso del agua, correcta disposición de residuos, y conservación de los ecosistemas acuáticos.

Incorporar contenidos sobre bioindicadores y calidad del agua en la educación escolar y técnica, promoviendo el conocimiento del valor ecológico del río y la participación ciudadana en su monitoreo y protección.

Replicar el estudio en otras subcuencas hidrográficas de la región sur del Perú, para validar el comportamiento de los índices bióticos en diversos contextos hidrológicos y antropogénicos, lo cual permitiría construir un marco regional comparativo de calidad ecológica.

Profundizar en el desarrollo de modelos predictivos que integren parámetros bióticos y fisicoquímicos, utilizando herramientas estadísticas multivariadas y geoespaciales, con el objetivo de optimizar las estrategias de gestión ambiental y predicción de riesgos hídricos.

VII. REFERENCIAS

ANA. (2015). *ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES (ICARHS)*. www.ana.gob.pe

Castro Cáceres, R. E. (2018). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la calidad de agua del río Rímac* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Castañeda Estela, D. (2021). *CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RIO GRANDE EN LA LOCALIDAD DE CORTEGANA – CELENDÍN – CAJAMARCA*.

Castro Cáceres, R. E. (2018). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la calidad de agua del río Rímac*

Cordova Cordova, A. E. (2021). *Relación de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del rio, Osmore Ilo - Moquegua, 2021*.

Del Águila Castañeda, Y. A., & Juarez Corro, J. G. (2023). *Calidad De Agua Usando Macroinvertebrados Como Bioindicadores Y Algunos Parámetros Fisico-Químicos En El Río Motil – La Libertad*.

Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. (2003). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile*.

García Mamani, J. L. (2021). *Relación de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore, Ilo - Moquegua* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Moquegua].

Hoyos Pompa, N. (2019). *CALIDAD DEL AGUA EN FUNCIÓN A LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL RÍO MUYOC GRANDE, MIGUEL IGLESIAS, CELENDÍN-2018*.

MINAGRI, & ANA. (2017). *ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES (ICARHS)*. www.ana.gob.pe

Pino, W., Mena, D., Lucia, M., Caicedo, K., Palacios, J., CAstro, A., & Guerrero, J. (2003). Diversity of Macroinvertebrados and Evaluation of the Quality of the Water of the Gulch the Bendici6n, Municipality of Quibdó (Choco, Colombia). In *Acta Biofogica Colombiana* (Vol. 8, Issue 2).

Quesada Zamudio, M. A., & Urbano Ccaccasaca, R. M. (2023). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la calidad de agua del río Rímac*.

Roldán, Gabriel., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia.

Silva Poma, M. A. (2022). *Calidad de agua de los hábitats de Telmatobius macrostomus (Peters, 1873) y T. brachydactylus (Peters, 1873) usando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, Junín y Pasco, Perú*.

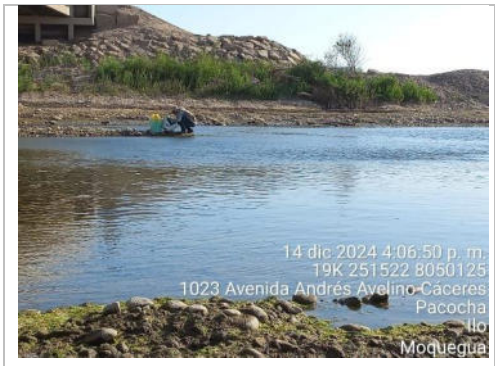
Ticona Mamani, J. R. (2022). *Calidad de agua de los hábitats de Telmatobius macrostomus (Peters, 1873) y T. brachydactylus (Peters, 1873) usando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, Junín y Pasco, Perú*

Torres Paredes, C. J. (2020). *Caracterización fisicoquímica y biológica de las aguas del río Grande en la localidad de Cortegana – Celendín – Cajamarca*

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Fotografías de primera salida de campo



Fotografía 1. Toma de muestras de agua estación G1.



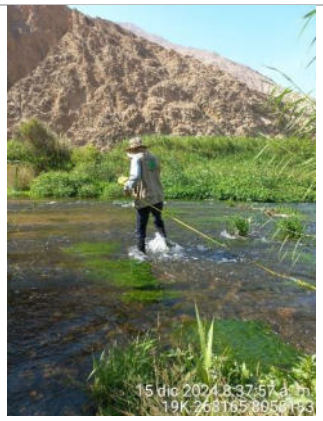
Fotografía 2. Toma de muestras de agua estación G1.



Fotografía 3. Toma de muestras de agua estación G1.



Fotografía 4. Toma de muestras de agua estación G1.



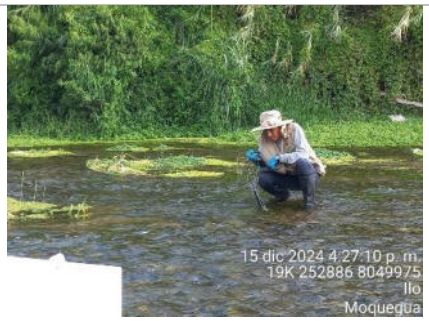
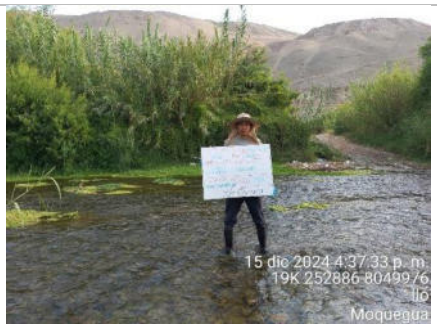
Fotografía 5. Toma de muestras de agua estación G1.



Fotografía 6. Toma de muestras de agua estación G1.

	
Fotografía 7. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 8.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 9. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 10.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 11. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 12.** Toma de muestras de agua estación G1.
	

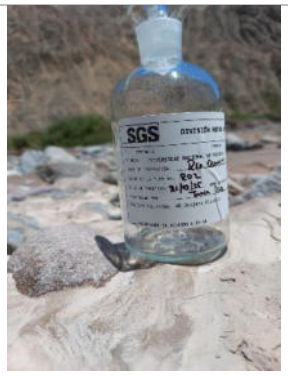
Fotografía 13. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 14.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 15. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 16.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 17. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 18.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 19. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 20.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 21. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 22.** Toma de muestras de agua estación G1.

	
Fotografía 23. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 24.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 25. Toma de muestras de agua estación G1.	**Fotografía 26.** Toma de muestras de agua estación G1.

Fotografías de segunda salida de campo

	
Fotografía 1. Toma de muestras de agua estación RO1.	**Fotografía 2.** Estación de muestreo RO1.
	
Fotografía 3. Toma de muestras de agua estación RO1.	**Fotografía 4.** Adición de preservantes a muestras de agua.

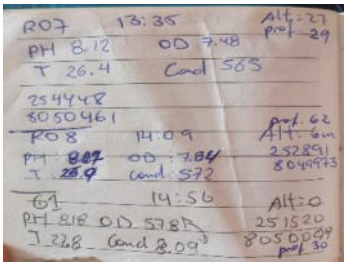
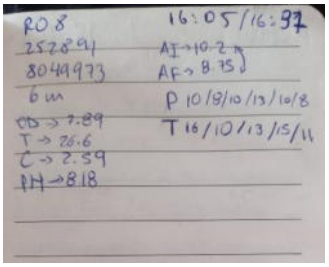
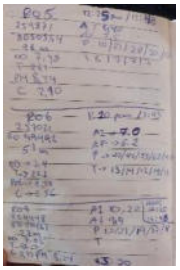
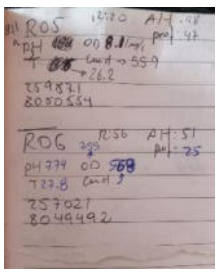
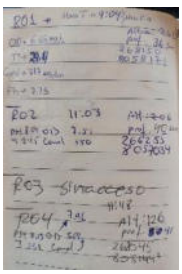
	
Fotografía 5. Adición de preservantes a muestras de agua en estación RO1.	**Fotografía 6.** Adición de preservantes a muestras de agua.
	
Fotografía 7. Estación de muestreo RO1.	**Fotografía 8.** Recolección de muestras de macroinvertebrados.
	
Fotografía 9. Toma de muestras de macroinvertebrados.	**Fotografía 10.** Análisis de parámetros físico químicos con equipo multiparámetro en muestras de agua.
	

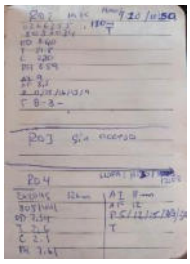
Fotografía 11. Muestra de agua parámetro macrobentos o macroinvertebrados bentónicos.	**Fotografía 12.** Muestra de agua parámetro oxígeno disuelto.
	
Fotografía 13. Muestra de agua parámetro oxígeno disuelto.	**Fotografía 14.** Muestra de agua parámetro aniones, metales totales y DBO.
	
Fotografía 15. Muestra de agua parámetro demanda bioquímica de oxígeno.	**Fotografía 16.** Muestra de agua parámetro turbidez y oxido-reducción.
	

Fotografía 17. Muestra de agua parámetro sólidos totales en suspensión.	**Fotografía 18.** Análisis de parámetros físico químicos con equipo multiparámetro en muestras de agua.
	
Fotografía 19. Muestra de agua parámetro coliformes termo tolerantes.	**Fotografía 20.** Toma de muestras de agua estación RO2.
	
Fotografía 21. Adición de preservantes a muestras de agua.	**Fotografía 22.** Corroboración de datos geográficos de estación de muestreo.
	
Fotografía 23. Estación de muestreo RO4.	**Fotografía 24.** Toma de muestras de muestras de macroinvertebrados en estación RO4.

	
Fotografía 25. Recolección de muestras de macroinvertebrados.	**Fotografía 26.** Análisis de parámetros físico químicos con equipo multiparámetro en muestras de agua.
	
Fotografía 27. Recolección de muestras de macroinvertebrados.	**Fotografía 28.** Adición de preservantes a muestras de agua.
	
Fotografía 29. Toma de muestras de agua estación RO4.	**Fotografía 30.** Análisis de parámetros físico químicos con equipo multiparámetro en muestras de agua.
	
Fotografía 31. Recolección de muestras de macroinvertebrados.	**Fotografía 32.** Adición de preservantes a muestras de agua.

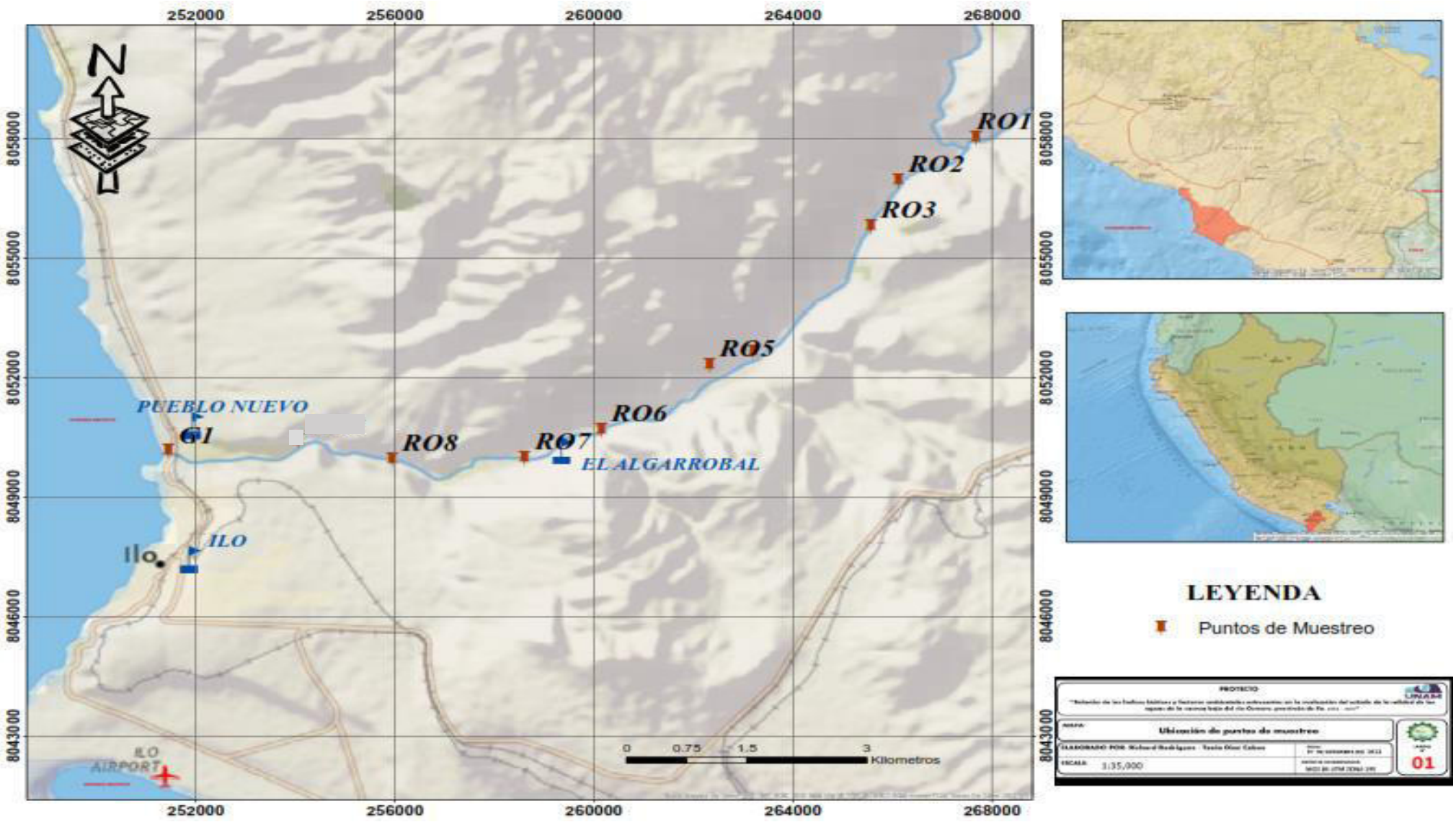
	
Fotografía 33. Rotulación de datos de campo en estación de muestreo.	**Fotografía 34.** Análisis de parámetros físico químicos con equipo multiparámetro en muestras de agua.
	
Fotografía 35. Toma de muestras de macroinvertebrados.	**Fotografía 36.** Adición de preservantes a muestras de agua.
	
Fotografía 37. Toma de muestras de macroinvertebrados.	**Fotografía 38.** Toma de muestras de agua estación G1.
	
Fotografía 39. Elaboración de cadena de custodia para envió de muestras a laboratorio.	**Fotografía 40.** Análisis de parámetros físico químicos con equipo multiparámetro en estación G1.

	
Fotografía 41. Cadena de custodia para envió de muestras a laboratorio.	**Fotografía 42.** Cadena de custodia para envió de muestras a laboratorio.
	
Fotografía 43. Notas de campo estaciones RO7, RO8 y G1.	**Fotografía 44.** Notas de campo estación RO8.
	
Fotografía 45. Notas de campo estaciones RO1 y G1..	**Fotografía 46.** Notas de campo estaciones RO5, RO6 y RO7.
	
Fotografía 47. Notas de campo estaciones RO5 y RO6.	**Fotografía 48.** Notas de campo estaciones RO1, RO2, RO3 y RO4.



Fotografía 49. Notas de campo estaciones RO2, RO3 y RO4.

Anexo 2


252000
256000
260000
264000
268000
8058000
8055000
8052000
8049000
8046000
8043000
N
RO1
RO2
RO3
RO5
RO6
RO7
RO8
G1
PUEBLO NUEVO
EL ALGARROBAL
ILO
Ilo
ILO AIRPORT
0 0.75 1.5 3
Kilometros
LEYENDA
Puntos de Muestreo
PROYECTO
Ubicación de puntos de muestreo
ESCALA 1:35,000
01

Anexo 3

Informe de ensayo macrobentos primera salida de campo

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2442231 - 0

A solicitud de:	**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA CAL.ANCASH 1RA CUADRA NRO. SN MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA**		
Solicitud de Ensayo:	**ENV / LB-355704-008**	Cantidad Muestras:	**8**
Muestreo realizado por:	**CLIENTE**	Fecha de Recepción a SGS:	**17-12-2024 10:00**
Procedencia:	**MOQUEGUA**	Fecha de inicio de ensayo:	**19-12-2024 10:30**

Análisis	Método
Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500. 24th Ed. 2023, Benthic Macroinvertebrates. Standard Methods for the examination of water and wasterwater.

(CX) El (los) ensayo(s) ha(n) sido realizado(s) en la División Laboratorio Medio Ambiente Cajamarca - Jr. Arnaldo Márquez 257 Ba. San Antonio-Cajamarca

Emitido en Callao-Perú el 28/12/2024

Jade Ch. Huarcaya Soto
CBP 8471
Jefe Zonal

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encontran descritas en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

SGS del Perú S.A.C. Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900 www.sgs.pe

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

INFORME DE ENSAYO MA2442231 - 0

Identificación SGS : **MA2442231.001**
Identificación Cliente : **R01**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 08:10**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	SUBFAM.: CHIRONOMINAE	1	Larva

Identificación SGS : **MA2442231.002**
Identificación Cliente : **R02**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 09:10**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	SUBFAM. ORTHOCLADIINAE	2	Larva
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	*Andesiops* sp.	1	Ninfa

Identificación SGS : **MA2442231.003**
Identificación Cliente : **R04**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 11:25**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA		

Identificación SGS : **MA2442231.004**
Identificación Cliente : **R05**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 12:25**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encontran descritas en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

INFORME DE ENSAYO MA2442231 - 0

Identificación SGS : **MA2442231.004**
Identificación Cliente : **R05**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 12:25**

ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	SUBFAM. ORTHOCLADIINAE	5	Larva

Identificación SGS : **MA2442231.005**
Identificación Cliente : **R06**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 13:10**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
ARTHROPODA	INSECTA	ODONATA	AESHNIDAE	*Aeshna* sp.	1	Ninfa
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	SUBFAM. ORTHOCLADIINAE	14	Larva

Identificación SGS : **MA2442231.006**
Identificación Cliente : **R07**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 15:20**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
PLATYHELMINTHES	ACENTROSOMATA	TRICLADIDA	DUGESIIDAE	*Dugesia* sp.	3	Juvenil
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	SUBFAM. ORTHOCLADIINAE	13	Larva

Identificación SGS : **MA2442231.007**
Identificación Cliente : **R08**
Matriz : **SED_EPICONTINENTALES**
Fecha de Muestreo : **15-12-2024 16:05**

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
PLATYHELMINTHES	ACENTROSOMATA	TRICLADIDA	DUGESIIDAE	*Dugesia* sp.	4	Juvenil

Identificación SGS : **MA2442231.008**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encontran descritas en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Informe de ensayo factores fisico químico y microbiológico primera salida de

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

CAL.ANCASH 1RA CUADRA NRO. SN MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

ENV / LB-355704-003

PROCEDENCIA : MOQUEGUA

Fecha de Recepción SGS : 17-12-2024

Fecha de Ejecución : Del 17-12-2024 al 25-12-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
R01
R02
R04
R05
R06
R07
R08
61

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R01	R02
FECHA DE MUESTREO					15/12/2024	15/12/2024
HORA DE MUESTREO					08:10:00	09:10:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	1.0 ± 0.10	5.3 ± 0.40
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AQ	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	<3
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	275.1 *	269.0 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	6.4 ± 1.70	5.8 ± 1.50
Demanda Bioquímica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	2.8 ± 0.40	<2.6
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AQ	mgO2/L	1.8	4.5	11.8 ± 1.0	7.2 ± 0.90
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	0.443 ± 0.10	<0.062
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	130 (**)	130 (**)
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	0.026 ± 0.0020	0.269 ± 0.014
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00015	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.00711 ± 0.00027	0.00794 ± 0.00030
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0725 ± 0.0029	0.0776 ± 0.0031
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	1.287 ± 0.066	1.356 ± 0.069
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	279.629 ± 26.0010	285.046 ± 26.57
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	0.00047 ± 0.000040
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0003 ± 0.00010	0.0004 ± 0.00010
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00027 ± 0.000010	0.00044 ± 0.000020
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.00347 ± 0.00014	0.00302 ± 0.00012
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.5344 ± 0.059	1.5599 ± 0.060
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	0.116 ± 0.015	0.073 ± 0.013
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0280 ± 0.0016	0.2035 ± 0.0095
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.1140 ± 0.0041	0.1151 ± 0.0042
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	28.898 ± 1.50	30.308 ± 1.58
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.04854 ± 0.0018	0.05104 ± 0.0019
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00380 ± 0.00018	0.00398 ± 0.00018
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014 ± 0.00020	0.0017 ± 0.00020
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	9.86 ± 0.99	9.70 ± 1.00
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0085 ± 0.00050	0.0089 ± 0.00050
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0035 ± 0.00020	0.0037 ± 0.00020
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	25.91 * ± 0.96	27.23 * ± 1.00
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	12.11 ± 0.45	12.73 ± 0.47
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	206.252 ± 10.49	220.046 ± 11.059
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0071 ± 0.00060	0.0164 ± 0.0017
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.038682 ± 0.00039	0.039048 ± 0.00041
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0054 ± 0.00030	0.0058 ± 0.00030
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.0033 ± 0.00050	0.0047 ± 0.00070
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					RD4 15/12/2024 11:25:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	RD5 15/12/2024 12:25:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	2.6 ± 0.20	1.8 ± 0.10
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AQ	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	34 ± 2	8 ± 0
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	274.0 *	272.8 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	6.7 ± 1.70	6.5 ± 1.70
Demanda Bioquímica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AQ	mgO2/L	1.8	4.5	11.2 ± 1.0	14.9 ± 1.10
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	<0.062	<0.062
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	49 (**)	170 (**)
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	0.033 ± 0.0020	0.077 ± 0.0040
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.00861 ± 0.00032	0.00989 ± 0.00037
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0729 ± 0.0029	0.0775 ± 0.0031
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	1.340 ± 0.089	1.485 ± 0.078
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	288.913 ± 26.98	303.800 ± 28.56
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00035 ± 0.000010	0.00037 ± 0.000020
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.00148 ± 0.000070	0.00219 ± 0.000090
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.8140 ± 0.062	1.8381 ± 0.063
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0755 ± 0.0037	0.1359 ± 0.0065
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.1015 ± 0.0037	0.1022 ± 0.0037
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	31.218 ± 1.62	31.288 ± 1.63
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.22128 ± 0.0083	0.13401 ± 0.0051
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00372 ± 0.00017	0.00444 ± 0.00020
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0015 ± 0.00020	0.0016 ± 0.00020
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	9.56 ± 0.98	10.03 ± 1.030
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0080 ± 0.00050	0.0081 ± 0.00050
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0031 ± 0.00020	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	26.11 * ± 0.96	27.53 * ± 1.020
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	12.20 ± 0.45	12.87 ± 0.48
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	221.776 ± 11.13	220.987 ± 11.098
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0069 ± 0.00070	0.0102 ± 0.0011
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.008676 ± 0.00039	0.008654 ± 0.00039
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0061 ± 0.00030	0.0063 ± 0.00030
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.0038 ± 0.00060	0.0044 ± 0.00070
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R06	R07
FECHA DE MUESTREO					15/12/2024	15/12/2024
HORA DE MUESTREO					13:10:00	15:20:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Analisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.0
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AQ	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	<3
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	276.2 *	281.4 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	6.3 ± 1.60	5.7 ± 1.50
Demanda Bioquimica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AQ	mgO2/L	1.8	4.5	9.6 ± 0.90	9.0 ± 0.90
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	<0.062	<0.062
Analisis Microbiologicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	79 (**)	220 (**)
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	0.045 ± 0.0090	0.113 ± 0.0060
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.00908 ± 0.00034	0.00919 ± 0.00034
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0738 ± 0.0030	0.0716 ± 0.0029
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	1.415 ± 0.072	1.477 ± 0.076
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	293.004 ± 27.42	290.549 ± 27.18
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	0.00032 ± 0.000030
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00026 ± 0.000010	0.00053 ± 0.000020
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.00207 ± 0.000090	0.00236 ± 0.00010
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.8592 ± 0.063	1.8549 ± 0.063
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00015 ± 0.000030
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0720 ± 0.0036	0.1237 ± 0.0059
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0977 ± 0.0036	0.0953 ± 0.0035
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	33.445 ± 1.73	34.051 ± 1.77
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.02682 ± 0.0010	1.58662 ± 0.057
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00437 ± 0.00020	0.00444 ± 0.00020
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0016 ± 0.00020	0.0017 ± 0.00020
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	9.86 ± 0.99	9.98 ± 1.000
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0076 ± 0.00040	0.0076 ± 0.00040
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0028 ± 0.00020	0.0024 ± 0.00020
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	26.32 * ± 0.97	27.10 * ± 1.00
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	12.30 ± 0.46	12.67 ± 0.47
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	232.907 ± 11.59	238.414 ± 11.81
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0092 ± 0.0010	0.0109 ± 0.0011
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.008304 ± 0.00038	0.007686 ± 0.00036
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0068 ± 0.00030	0.0067 ± 0.00030
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Ytterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.0050 ± 0.00070	0.0094 ± 0.0074
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					R08 15/12/2024 16:05:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	61 14/12/2024 15:35:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	1.0 ± 0.10	2.1 ± 0.20
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AQ	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	5 ± 0
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	279.6 *	279.3 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	6.0 ± 1.60	8.4 ± 2.20
Demanda Bioquímica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6 (**)
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AQ	mgO2/L	1.8	4.5	9.8 ± 0.90	14.1 ± 1.0
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101 (**)
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	<0.062	<0.062 (**)
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	170 (**)	79 (**)
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	0.029 ± 0.0020	0.099 ± 0.0050
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.00947 ± 0.00035	0.00929 ± 0.00035
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0677 ± 0.0027	0.0688 ± 0.0028
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	1.507 ± 0.077	1.533 ± 0.078
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	290.161 ± 27.11	293.870 ± 27.51
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00032 ± 0.000010	0.00030 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.00174 ± 0.000080	0.00212 ± 0.000090
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.8563 ± 0.083	1.8892 ± 0.084
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0931 ± 0.0045	0.1878 ± 0.0088
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0894 ± 0.0033	0.0992 ± 0.0036
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	35.296 ± 1.83	36.155 ± 1.87
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.36043 ± 0.014	0.11314 ± 0.0043
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00474 ± 0.00022	0.00516 ± 0.00024
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0018 ± 0.00020	0.0017 ± 0.00020
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	9.86 ± 1.010	10.38 ± 1.060
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0074 ± 0.00040	0.0075 ± 0.00040
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	0.0021 ± 0.00020	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	26.92 * ± 0.99	26.43 * ± 0.98
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	12.58 ± 0.47	12.35 ± 0.46
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	238.617 ± 11.82	259.526 ± 12.68
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0065 ± 0.00070	0.0094 ± 0.0010
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.007723 ± 0.00035	0.007381 ± 0.00034
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0062 ± 0.00030	0.0063 ± 0.00030
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Ytterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.0251 ± 0.0028	0.0052 ± 0.00070
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Demanda Bioquímica de Oxigeno	mg/L	2.6	<2.6	1 - 2%	102 - 104%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 6%	97 - 105%	93%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	92 - 102%	101%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	97 - 100%	96%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 5%	100 - 101%	98%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	102 - 107%	100%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	98 - 100%	103%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	104 - 109%	103%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	99 - 102%	93%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	3 - 4%	97 - 103%	102%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	99 - 102%	100%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	100 - 101%	93%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 6%	98 - 100%	95%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 2%	100%	108%	11%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	94 - 102%	103%	8%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	99 - 103%	99%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99 - 102%	97%	6%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 4%	100 - 106%	100%	4%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	100 - 101%	101%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 106%	93%	9%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	100 - 101%	103%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	100 - 104%	105%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	100%	98%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	97 - 101%	106%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	100%	98%	2%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	2 - 7%	93 - 94%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2 - 7%	100 - 103%	94%	13%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	100%	105%	3%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 100%	103%	10%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	98 - 101%	92%	3%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	93 - 98%	97%	2%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	98 - 99%	104%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	103 - 107%	93%	11%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	3%	101%	101%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 5%	98 - 104%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	100 - 106%	109%	5%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	4 - 6%	103 - 104%	99%	1%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	4 - 6%	103 - 104%	99%	1%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	3 - 7%	96%	95%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	98 - 102%	93%	3%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	91 - 103%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	94 - 98%	105%	4%
Torio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	97 - 102%	98%	6%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	95 - 100%	93%	3%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 3%	99 - 102%	101%	3%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	93 - 97%	99%	2%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	95 - 105%	105%	11%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	90 - 91%	101%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 7%	102 - 106%	107%	7%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	95 - 103%	94%	9%
Turbidez	NTU	0.1		5%	96 - 97%		
Fosfato	mg/L	0.101	<0.101		99 - 101%	98 - 100%	0%
Nitrato	mg/L	0.052	<0.052		104%	98 - 100%	0%
Demanda Química de Oxigeno	mgO2/L	4.5	<4.5		107%	96%	0%
Oxigeno disuelto	mg DO/L	1.0	<1.0	0 - 1%	103%		
Potencial oxido-reducción	mV	--		0%			
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	4 - 5%	101%		

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_AQ	Arequipa	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023 Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA2540D_AQ	Arequipa	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023 Solids. Total Suspended Solids Dried from 103 to 105ºC
EW_APHA2580B	Callao	Potencial óxido-reducción	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B; 23rd Ed::2017. Oxidation-Reduction Potential (ORP) Mesurement in clean water.
EW_APHA4500OC_AQ	Arequipa	Oxigeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O-C; 24th Ed: 2023. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
EW_APHA5210B_AQ	Arequipa	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test
EW_APHA5220D_AQ	Arequipa	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023 Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_APHA9221E_NMP_AQ	Arequipa	Numeración de Coliformes fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. 2023 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Termotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_8_AQ	Arequipa	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4. 1994 (VALIDADO - Modificado). 2016. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry
EW_EPA300_0_AQ	Arequipa	Nitrato	EPA 300.0, Rev. 2.1 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 1993 Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography
EW_EPA300_0_AQ	Arequipa	Fosfato	EPA 300.0, Rev. 2.1 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 1993 Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2442171 Rev. 0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (**) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Informe de ensayo macrobentos segunda salida de campo

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2506364 - 0

A solicitud de:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA CALANCASH 1RA CUADRA NRO. SN MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		
Solicitud de Ensayo:	ENV / LB-355704-012	Cantidad Muestras:	8
Muestreo realizado por:	CLIENTE	Fecha de Recepción a SGS:	22-02-2025
Procedencia:	MOQUEGUA	Fecha de Ejecución:	Del 22-02-2025 al 05-03-2025

Análisis	Método
Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500. 24th Ed. 2023, Benthic Macroinvertebrates. Standard Methods for the examination of water and wasterwater.

(CX) El (los) ensayo(s) ha(n) sido realizado(s) en la División Laboratorio Medio Ambiente Cajamarca - Jr. Arnaldo Márquez 257 Ba. San Antonio-Cajamarca

Emitido en Callao-Perú el 05/03/2025

Jade Ch. Huarcaya Soto
CBP 8471
Jefe Zonal

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

SGS del Perú S.A.C.
Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 - Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 - Parque Industrial - Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez - Ba. San Antonio - Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

INFORME DE ENSAYO
MA2506364 - 0

Identificación SGS :	MA2506364.004
Identificación Cliente :	R05
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 12:20

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA	0	

Identificación SGS :	MA2506364.005
Identificación Cliente :	R06
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 12:56

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA	0	

Identificación SGS :	MA2506364.006
Identificación Cliente :	R07
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 13:35

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA	0	

Identificación SGS :	MA2506364.007
Identificación Cliente :	R08
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 14:09

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMONIDAE	1	Juvenil

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es válido solo en entornos electrónicos, de imprimirse pierde validez.

INFORME DE ENSAYO
MA2506364 - 0

Identificación SGS :	MA2506364.001
Identificación Cliente :	R01
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 09:04

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA	0	

Identificación SGS :	MA2506364.002
Identificación Cliente :	R02
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 11:03

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA	0	

Identificación SGS :	MA2506364.003
Identificación Cliente :	R04
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 11:48

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
				AUSENCIA	0	

Identificación SGS :	MA2506364.004
Identificación Cliente :	R05
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 12:20

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

INFORME DE ENSAYO
MA2506364 - 0

Identificación SGS :	MA2506364.008
Identificación Cliente :	G1
Matriz :	SED_EPICONTINENTALES
Fecha de Muestreo :	21-02-2025 14:59

Macrobentos o Macroinvertebrados Bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón	Org./Muestra	Estadio
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	DECAPODA	PALAEMONIDAE	PALAEMONIDAE	33	Juvenil

Nota:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Los resultados emitidos con valor de cero equivalen a un valor <1 .
Para Ambientes continentales: Las categorías taxonómicas de los organismos reportados corresponden a los indicados en el http://www.itis.gov/
Para Ambientes Marinos: Las categorías taxonómicas de los organismos reportados corresponden a los indicados en el https://www.marinespecies.org

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página http://www.sgs.pa/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio; su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Informe de ensayo factores físico químico y microbiológico segunda salida de

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

CAL.ANCASH 1RA CUADRA NRO. SN MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

ENV / LB-355704-011

PROCEDENCIA : MOQUEGUA

Fecha de Recepción SGS : 22-02-2025

Fecha de Ejecución : Del 22-02-2025 al 04-03-2025

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
R01
R02
R04
R05
R06
R07
R08
G1

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R01	R02
FECHA DE MUESTREO					21/02/2025	21/02/2025
HORA DE MUESTREO					09:04:00	11:03:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Analisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	5,510.0 ± 137.80	4,500.0 ± 112.50
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AQ	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	3,760 ± 23	2,395 ± 21
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	331.9 *	333.2 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	8.3 ± 2.20	4.7 ± 1.20
Demanda Bioquímica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AQ	mgO2/L	1.8	4.5	27.4 ± 1.40	25.9 ± 1.20
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	1.952 ± 0.45	3.121 ± 0.72
Analisis Microbiologicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	170	350
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	35.706 ± 1.53	34.810 ± 1.50
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	0.00094 ± 0.000070	0.00090 ± 0.000070
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.03854 ± 0.0014	0.03415 ± 0.0013
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.3914 ± 0.016	0.3802 ± 0.015
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00155 ± 0.000060	0.00157 ± 0.000070
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00039 ± 0.0000020	0.00034 ± 0.0000020
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	40.580 ± 1.95	41.899 ± 2.020
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	0.08928 ± 0.0033	0.08496 ± 0.0031
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0146 ± 0.00050	0.0134 ± 0.00050
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.01981 ± 0.00074	0.01888 ± 0.00071
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.09496 ± 0.0033	0.09796 ± 0.0034
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0077 ± 0.00030	0.0074 ± 0.00030
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.3298 ± 0.012	0.3384 ± 0.013
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	1.377 ± 0.049	1.060 ± 0.050
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	0.01337 ± 0.00044	0.01269 ± 0.00042
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	0.00083 ± 0.000050	0.00078 ± 0.000060
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	29.8900 ± 1.16	28.2891 ± 1.10
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	0.0407 ± 0.0020	0.0391 ± 0.0019
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0390 ± 0.0014	0.0383 ± 0.0014
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00034 ± 0.000020	0.00035 ± 0.000020
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	12.967 ± 0.68	12.773 ± 0.67
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	1.62344 ± 0.059	1.55185 ± 0.056
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00239 ± 0.00012	0.00201 ± 0.00010
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0113 ± 0.00050	0.0110 ± 0.00050
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0225 ± 0.00090	0.0212 ± 0.00080
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	7.94 ± 0.83	8.35 ± 0.87
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0470 ± 0.0018	0.0459 ± 0.0017
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	91.27 * ± 3.32	94.41 * ± 3.43
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	42.66 ± 1.57	44.13 ± 1.62
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	20.075 ± 1.75	20.973 ± 1.83
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	0.00847 ± 0.00046	0.00885 ± 0.00053
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.1246	1.1907
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.002838 ± 0.00013	0.002883 ± 0.00013
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0821 ± 0.0031	0.0590 ± 0.0029
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00246 ± 0.000070	0.00227 ± 0.000060
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.1025 ± 0.011	0.0986 ± 0.010
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	0.02897 ± 0.0010	0.03375 ± 0.0012

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R04	R05
FECHA DE MUESTREO					21/02/2025	21/02/2025
HORA DE MUESTREO					11:45:00	12:20:00
CATEGORÍA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORÍA					AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RÍO	AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RÍO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.5	0.1	4,830.0 ± 120.80	3,850.0 ± 96.30
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AD	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	2,545 ± 21	2,230 ± 21
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	337.4 *	334.2 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	2.7 ± 0.70	2.2 ± 0.60
Demanda Bioquímica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	7.3 ± 0.40	8.0 ± 0.40
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AD	mgO2/L	1.8	4.5	42.9 ± 1.00	45.0 ± 1.90
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	2.780 ± 0.64	2.935 ± 0.67
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	540	280
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	36.264 ± 1.55	65.057 ± 2.25
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	0.00105 ± 0.000070	0.00118 ± 0.000080
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00063	0.00019	0.03611 ± 0.0013	0.07042 ± 0.0026
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.4285 ± 0.017	0.8288 ± 0.032
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00159 ± 0.000070	0.00310 ± 0.00012
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00031 ± 0.000010
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00037 ± 0.000020	0.00094 ± 0.000050
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	45.837 ± 2.25	58.875 ± 3.037
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	0.09036 ± 0.0033	0.17084 ± 0.0063
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0142 ± 0.00050	0.0279 ± 0.0010
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.01949 ± 0.00073	0.04232 ± 0.0016
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.09681 ± 0.0034	0.21991 ± 0.0075
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0083 ± 0.00032	0.0192 ± 0.00070
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.3704 ± 0.014	0.5757 ± 0.022
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	1.315 ± 0.054	2.337 ± 0.095
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	0.01383 ± 0.00045	0.03467 ± 0.00080
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	0.00081 ± 0.000060	0.00146 ± 0.000080
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	29.3062 ± 1.14	60.6585 ± 2.27
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	0.0419 ± 0.0020	0.0763 ± 0.0035
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0392 ± 0.0014	0.0707 ± 0.0026
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00036 ± 0.000020	0.00071 ± 0.000030
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	13.350 ± 0.70	24.838 ± 1.30
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	1.63744 ± 0.059	3.24202 ± 0.052
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00234 ± 0.00011	0.00369 ± 0.00017
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0119 ± 0.00052	0.0253 ± 0.0010
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0223 ± 0.00090	0.0471 ± 0.0018
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	6.48 ± 0.68	12.63 ± 1.28
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0485 ± 0.0018	0.0845 ± 0.0030
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	107.29 * ± 3.89	112.51 * ± 4.060
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	52.13 ± 1.84	52.59 ± 1.93
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	22.577 ± 1.96	24.690 ± 2.14
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	0.01095 ± 0.00059	0.02582 ± 0.0013
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.3085	1.7844
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.002999 ± 0.00014	0.005932 ± 0.00027
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0806 ± 0.0030	0.1208 ± 0.0039
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00285 ± 0.000070	0.00474 ± 0.00013
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.1022 ± 0.011	0.2136 ± 0.022
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	0.03661 ± 0.0013	0.06049 ± 0.0020

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R06	R07
FECHA DE MUESTREO					21/02/2025	21/02/2025
HORA DE MUESTREO					12:56:00	13:35:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	4,920.0 ± 123.0	4,580.0 ± 114.50
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AD	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	2,540 ± 21	3,565 ± 23
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	321.3 *	299.0 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AD	mg DO/L	0.3	1.0	8.0 ± 2.10	3.8 ± 1.0
Demanda Bioquímica de Oxigeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	6.6 ± 0.40	7.3 ± 0.40
Demanda Química de Oxigeno	EW_APHA5220D_AD	mgO2/L	1.8	4.5	23.5 ± 1.30	20.3 ± 1.20
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	2.683 ± 0.62	2.714 ± 0.62
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	920	540
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	48.606 ± 1.97	28.459 ± 1.19
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	0.00090 ± 0.000070	0.00093 ± 0.000070
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.04026 ± 0.0018	0.02311 ± 0.00085
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.5578 ± 0.022	0.2817 ± 0.011
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00250 ± 0.00010	0.00118 ± 0.000050
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00029 ± 0.000010	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.00088 ± 0.000030	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	61.734 ± 3.22	37.569 ± 1.78
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	0.13854 ± 0.0051	0.05552 ± 0.0021
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0205 ± 0.00070	0.0094 ± 0.00040
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.02905 ± 0.0011	0.01169 ± 0.00044
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.15934 ± 0.0055	0.06186 ± 0.0021
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0125 ± 0.00050	0.0048 ± 0.00020
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.4872 ± 0.018	0.2938 ± 0.011
Fosforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	2.431 ± 0.098	0.694 ± 0.036
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	0.01814 ± 0.00059	0.00930 ± 0.00032
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	0.00095 ± 0.000060	0.00063 ± 0.000050
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	43.8644 ± 1.68	19.1603 ± 0.77
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	0.0648 ± 0.0030	0.0255 ± 0.0014
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0559 ± 0.0020	0.0288 ± 0.0011
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00053 ± 0.000020	0.00023 ± 0.000010
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	20.078 ± 1.053	10.251 ± 0.54
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	2.40884 ± 0.085	0.92782 ± 0.034
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00265 ± 0.00013	0.00191 ± 0.00010
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0188 ± 0.00080	0.0072 ± 0.00040
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0352 ± 0.0014	0.0143 ± 0.00060
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	10.04 ± 1.030	7.07 ± 0.74
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0828 ± 0.0023	0.0355 ± 0.0014
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	95.20 * ± 3.46	98.77 * ± 3.59
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	44.50 ± 1.64	46.17 ± 1.70
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	23.583 ± 2.046	23.164 ± 2.011
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	0.01987 ± 0.0010	0.00780 ± 0.00043
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	1.5900	0.8836
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.004342 ± 0.00020	0.002228 ± 0.00010
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0943 ± 0.0046	0.0381 ± 0.0019
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00369 ± 0.00010	0.00146 ± 0.000040
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.1648 ± 0.017	0.0652 ± 0.0070
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	0.04234 ± 0.0014	0.03063 ± 0.0011

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					R08 21/02/2025 14:09:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	G1 21/02/2025 14:56:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B_AQ	NTU	0.0	0.1	4,580.0 ± 114.50	3,790.0 ± 94.80
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_AQ	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	3,155 ± 22	3,200 ± 22
Potencial oxido-reducción	EW_APHA2580B	mV	--	--	322.0 *	321.5 *
Oxigeno disuelto	EW_APHA4500OC_AQ	mg DO/L	0.3	1.0	6.2 ± 1.60	1.8 ± 0.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_AQ	mg/L	1.0	2.6	7.6 ± 0.40	6.9 ± 0.40
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_AQ	mgO2/L	1.8	4.5	17.3 ± 1.10	41.5 ± 1.80
Aniones						
Fosfato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.031	0.101	<0.101	<0.101
Nitrato	EW_EPA300_0_AQ	mg/L	0.018	0.062	2.647 ± 0.61	2.357 ± 0.59
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_AQ	NMP/100 mL	--	--	920	350
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.021	0.073	26.204 ± 1.18	37.502 ± 1.69
Antimonio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00013	0.00060 ± 0.000070	0.00088 ± 0.000070
Arsénico Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.02333 ± 0.00086	0.03613 ± 0.0013
Bario Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.2791 ± 0.011	0.4247 ± 0.017
Berilio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00116 ± 0.000060	0.00168 ± 0.000070
Bismuto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00039 ± 0.000020
Calcio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.003	0.009	38.979 ± 1.86	51.237 ± 2.56
Cerio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00008	0.00024	0.05517 ± 0.0020	0.09387 ± 0.0035
Cesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0092 ± 0.00030	0.0150 ± 0.00050
Cobalto Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00001	0.00003	0.01185 ± 0.00045	0.01578 ± 0.00074
Cobre Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	0.06610 ± 0.0023	0.10878 ± 0.0037
Cromo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0049 ± 0.00022	0.0083 ± 0.00030
Estaño Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.2954 ± 0.011	0.4248 ± 0.015
Fósforo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.015	0.047	0.754 ± 0.038	1.393 ± 0.061
Galio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00004	0.00012	0.00937 ± 0.00032	0.01400 ± 0.00046
Germanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00005	0.00015	0.00269 ± 0.000050	0.00091 ± 0.000050
Hierro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	19.3013 ± 0.78	30.4953 ± 1.16
Lantano Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	0.0258 ± 0.0014	0.0425 ± 0.0021
Litio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0388 ± 0.0011	0.0425 ± 0.0016
Lutecio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00023 ± 0.000010	0.00035 ± 0.000020
Magnesio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	10.222 ± 0.54	14.637 ± 0.77
Manganeso Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00010	0.98850 ± 0.036	1.50646 ± 0.058
Mercurio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00207 ± 0.00010	0.00230 ± 0.00011
Niobio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0069 ± 0.00040	0.0122 ± 0.00060
Plata Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.0142 ± 0.00085	0.0232 ± 0.0010
Potasio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	7.36 ± 0.77	8.71 ± 0.90
Rubidio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0003	0.0009	0.0353 ± 0.0014	0.0494 ± 0.0019
Selenio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.09	0.27	103.16 * ± 3.75	97.17 * ± 3.53
Silicio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.04	0.13	48.22 ± 1.77	45.42 ± 1.67
Sodio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.006	0.019	23.669 ± 2.053	24.462 ± 2.12
Talio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00006	0.00019	0.00707 ± 0.00039	0.01241 ± 0.00066
Titanio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	0.9118	1.2967
Uranio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.000003	0.000010	0.002219 ± 0.00010	0.003368 ± 0.00015
Vanadio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0001	0.0003	0.0378 ± 0.0019	0.0622 ± 0.0031
Wolframio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00002	0.00006	0.00153 ± 0.000050	0.00242 ± 0.000070
Zinc Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.0008	0.0026	0.0883 ± 0.0070	0.1562 ± 0.011
Zirconio Total	EW_EPA200_8_AQ	mg/L	0.00015	0.00045	0.03208 ± 0.0011	0.04018 ± 0.0014

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	0 - 4%	96 - 99%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	3 - 6%	100 - 104%	98%	1%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	93 - 105%	98%	1%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 4%	99 - 107%	98%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	98 - 101%	98%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	103 - 109%	108%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 102%	104%	7%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	103 - 104%	105%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 1%	99%	98%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	3 - 4%	92 - 93%	102%	7%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	1 - 3%	87 - 99%	96%	4%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 1%	101 - 102%	101%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 1%	98 - 100%	107%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	2 - 4%	93 - 101%	104%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	95 - 100%	104%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	98 - 101%	104%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 3%	102 - 103%	95%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 5%	96 - 97%	93%	13%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	2 - 3%	98 - 101%	99%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 1%	98 - 102%	108%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0 - 1%	97 - 100%	92%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	99 - 100%	93%	13%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	95 - 97%	95%	2%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	94 - 100%	103%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 8%	98 - 99%	102%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 97%	92%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 1%	97 - 99%	97%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	103 - 107%	99%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 1%	99 - 102%	97%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97 - 98%	95%	0%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	104 - 106%	99%	0%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	95 - 100%	92%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	98 - 107%	96%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 1%	95%	98%	2%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	1%	101 - 104%	105%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	100 - 105%	106%	0%
Sílice Total	mg/L	0.27	<0.27	2 - 5%	100 - 103%	106%	2%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	2 - 5%	100 - 103%	106%	2%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	91 - 95%	94%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	105%	1%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	97 - 100%	92%	6%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	103%	97%	3%
Torio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0 - 3%	101%	99%	4%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	2 - 3%	92 - 99%	91%	4%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 1%	93 - 100%	97%	2%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	98 - 100%	100%	3%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 104%	100%	0%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	3 - 8%	95%	96%	1%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 5%	102 - 103%	100%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	96 - 101%	93%	0%
Turbidez	NTU	0.1		2%	97 - 100%		
Fosfato	mg/L	0.101	<0.101		96 - 100%	95%	0%
Nitrato	mg/L	0.062	<0.062		96 - 98%	93 - 96%	0%
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5		99%	96%	0%
Oxígeno disuelto	mg DO/L	1.0	<1.0	0 - 1%	100%		
Potencial oxido-reducción	mV	--		0%			
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	0 - 5%	101 - 102%		

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_AQ	Arequipa	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023 Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA2540D_AQ	Arequipa	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023 Solids. Total Suspended Solids Dried from 103 to 105ºC
EW_APHA2580B	Callao	Potencial óxido-reducción	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B; 23rd Ed.:2017. Oxidation-Reduction Potential (ORP) Measurement in clean water.
EW_APHA4500OC_AQ	Arequipa	Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O-C; 24th Ed. 2023. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
EW_APHA5210B_AQ	Arequipa	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test
EW_APHA5220D_AQ	Arequipa	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023 Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_APHA9221E_NMP_AQ	Arequipa	Numeración de Coliformes fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. 2023 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Termotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_8_AQ	Arequipa	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994 (VALIDADO - Modificado). 2016. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry
EW_EPA300_0_AQ	Arequipa	Nitrato	EPA 300.0, Rev. 2.1 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 1993 Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography
EW_EPA300_0_AQ	Arequipa	Fosfato	EPA 300.0, Rev. 2.1 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 1993 Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2506362 Rev. 0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Tania Haydee Diaz Cobos
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 74543764
Correo electrónico : taniahaydee97@gmail.com
Teléfono/Celular : 957 075 702

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

05

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (x)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "Relación de los índices bióticos y los factores ambientales estresantes en la evaluación de la calidad de las aguas de la cuenca baja del rio Osmore, provincia de Ilo"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : .....
c) Fecha de publicación : .....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Jose Antonio Valeriano Zapana
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 43500364
c) ORCID : https://orcid.org/0000-0002-5571-0531

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 74543764
NOMBRES Y APELLIDOS : Tania Haydee Diaz Cobos

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Richard Alexander Rodriguez Ramirez
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 73275190
Correo electrónico : rchrdrodriguez14@gmail.com
Teléfono/Celular : 952 398 607

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (x)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "Relación de los índices bióticos y los factores ambientales estresantes en la evaluación de la calidad de las aguas de la cuenca baja del rio Osmore, provincia de Ilo"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : .....
c) Fecha de publicación : .....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Jose Antonio Valeriano Zapana
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 43500364
c) ORCID : https://orcid.org/0000-0002-5571-0531

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73275190

NOMBRES Y APELLIDOS : Richard Alexander Rodriguez Ramirez

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 74543764

NOMBRES Y APELLIDOS : Tania Haydee Diaz Cobos

FECHA : 16 de Julio del 2025

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73275190

NOMBRES Y APELLIDOS : Richard Alexander Rodriguez Ramirez

FECHA : 16 de Julio del 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Tania Haydee Diaz Cobos,
bachiller de la Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental
,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº 74543764, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado:
"Relación de los índices bióticos y los factores ambientales estresantes en la evaluación de la calidad de las aguas de la cuenca baja del rio Osmore, provincia de Ilo"

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 16 de Julio del 2025



Huella digital

Nombres y Apellidos: Tania Haydee Diaz Cobos
DNI: 74543764

02

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Richard Alexander Rodriguez Ramirez,
bachiller de la Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental
,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº 73275190, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado:
"Relación de los índices bióticos y los factores ambientales estresantes en la evaluación de la calidad de las aguas de la cuenca baja del rio Osmore, provincia de Ilo"

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 16 de Julio del 2025



Huella digital

Nombres y Apellidos: Richard Alexander Rodriguez Ramirez
DNI: 73275190

Richard Alexander Rodriguez Ramirez

REVISION TESIS INFORME FINAL

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional de Moquegua

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3295647202

Fecha de entrega
14 jul 2025, 7:46 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
14 jul 2025, 10:49 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS_PREGRADO_UNAM_RICHARD_TANIA_FFF_1.pdf

Tamaño de archivo
5.7 MB

134 Páginas

23.550 Palabras

134.337 Caracteres

Firmado digitalmente por VALERIANO ZAPANA Jose Antonio FAU 20449347448 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 14.07.2025 10:51:45 -05:00

28% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencia excluida

Fuentes principales

25% Fuentes de Internet
14% Publicaciones
13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

25% Fuentes de Internet
14% Publicaciones
13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru 1%
2	Internet	cunori.edu.gt 1%
3	Internet	bdigital.zamorano.edu 1%
4	Internet	issuu.com <1%
5	Internet	repositorio.ucv.edu.pe <1%
6	Internet	repositorio.unp.edu.pe <1%
7	Internet	vdocuments.site <1%
8	Internet	repositorio.uandina.edu.pe <1%
9	Internet	repositorio.unc.edu.pe <1%
10	Trabajos del estudiante	uncedu <1%
11	Internet	rchn.biologiachile.cl <1%

12	Internet	
renati.sunedu.gob.pe		<1%
13	Trabajos del estudiante	
Universidad del Bio-Bio		<1%
14	Internet	
www.researchgate.net		<1%
15	Internet	
repositorio.uladech.edu.pe		<1%
16	Internet	
tesis.ucsm.edu.pe		<1%
17	Internet	
www.slideshare.net		<1%
18	Internet	
vdocumento.com		<1%
19	Internet	
repositorio.oefa.gob.pe		<1%
20	Internet	
repositorio.espam.edu.ec		<1%
21	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac		<1%
22	Internet	
repositorio.utea.edu.pe		<1%
23	Internet	
visorsig.oefa.gob.pe		<1%
24	Publicación	
CESEL S A. "Primera MEIA de la Unidad Minera Casapalca-IGA0000614", R.D. N° 18...		<1%
25	Internet	
repositorio.unfv.edu.pe		<1%

26 Trabajos del estudiante
Pontificia Universidad Catolica del Peru <1%

27 Internet
repositorio.ana.gob.pe <1%

28 Internet
repositorio.ujcm.edu.pe <1%

29 Trabajos del estudiante
Universidad Cesar Vallejo <1%

30 Internet
repositorio.udh.edu.pe <1%

31 Internet
repositorio.undac.edu.pe <1%

32 Internet
bdigital.unal.edu.co <1%

33 Internet
repositorio.urp.edu.pe <1%

34 Trabajos del estudiante
Universidad Andina del Cusco <1%

35 Internet
repositorio.unac.edu.pe <1%

36 Trabajos del estudiante
Universidad Tecnologica de los Andes <1%

37 Internet
repositorio.unapiquitos.edu.pe <1%

38 Internet
repository.usta.edu.co <1%

39 Trabajos del estudiante
Universidad del Norte, Colombia <1%

40 Internet
repositorio.lamolina.edu.pe <1%

41 Internet
www.scielo.org.co <1%

42 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga <1%

43 Internet
pt.scribd.com <1%

44 Internet
www.tesis.uchile.cl <1%

45 Internet
prezi.com <1%

46 Internet
repositorio.uchile.cl <1%

47 Publicación
ECOPLANEACION CIVIL S.A ING.CONSULT.CONS. "EIA-SD de la Línea de Transmisi... <1%

48 Publicación
Reyes Gómez, Iván Andrés. "Análisis Multi-Temporal Del Proceso Erosivo Mediant... <1%

49 Internet
docplayer.es <1%

50 Trabajos del estudiante
UDELAS: Universidad Especializada de las Americas Panama <1%

51 Trabajos del estudiante
Universidad Privada del Norte <1%

52 Internet
cybertesis.unmsm.edu.pe <1%

53 Internet
repositorio.upse.edu.ec <1%

54 Internet
www.revistas.unitru.edu.pe <1%

55 Internet
patents.google.com <1%

56 Internet
repositorio.unan.edu.ni <1%

57 Trabajos del estudiante
Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez <1%

58 Internet
repositorio.unjfsc.edu.pe <1%

59 Internet
repositorio.unu.edu.pe <1%

60 Internet
repository.uniminuto.edu <1%

61 Internet
www.repositorio.usac.edu.gt <1%

62 Publicación
ECOPLANEACION CIVIL S.A ING.CONSULT.CONS. "ITS N° 5 del Proyecto Central Hi... <1%

63 Internet
dspace.unitru.edu.pe <1%

64 Internet
repositorio.ucss.edu.pe <1%

65 Internet
www.oalib.com <1%

66 Internet
cdn.www.gob.pe <1%

67 Internet
docs.wixstatic.com <1%

68 Trabajos del estudiante
Agrupación Marista Ecuatoriana <1%

69 Internet
es.slideshare.net <1%

70 Internet
www.tesisdelperu.com <1%

71 Publicación
SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "Plan de Cese Temporal de Activida... <1%

72 Internet
repositorio.unasam.edu.pe <1%

73 Internet
www.yumpu.com <1%

74 Internet
www.caru.org.uy <1%

75 Trabajos del estudiante
City University of New York System <1%

76 Trabajos del estudiante
Universidad Regional Amazónica IKIAM <1%

77 Internet
archive-mirage-mex.acom.ucar.edu <1%

78 Internet
vdocuments.es <1%

79 Internet
www.grafiati.com <1%

80 Publicación
J. CESAR INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C. "Segunda Actualización del Plan de ... <1%

81 Trabajos del estudiante
Universidad de León <1%

82 Internet
repositorio.ulcb.edu.pe <1%

83 Internet
repositorio.ute.edu.ec <1%

84 Internet
www.famu.org <1%

85 Trabajos del estudiante
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador <1%

86 Internet
pesquisa.bvsalud.org <1%

87 Internet
repositorio.udl.edu.pe <1%

88 Internet
repositorio.unsch.edu.pe <1%

89 Internet
ridum.umanizales.edu.co <1%

90 Internet
www.isis.cl <1%

91 Publicación
STANTEC PERU S.A.. "Octava MEIA de Cerro Corona-IGA0012035", R.D. N° 0171-201... <1%

92 Trabajos del estudiante
Universidad Técnica Nacional de Costa Rica <1%

93 Internet
archive.org <1%

94 Internet
maeimbabura.files.wordpress.com <1%

95 Internet
mafiadoc.com <1%

96 Internet
dspace.utpl.edu.ec <1%

97 Internet
repositorio.epnewman.edu.pe <1%

98 Internet
repositorio.unjbg.edu.pe <1%

99 Internet
revistaalfa.org <1%

100 Internet
revistas.pucp.edu.pe <1%

101 Internet
www.redpav-fpolar.info.ve <1%

102 Internet
www.upsp.edu.pe <1%

103 Publicación
FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DIA d... <1%

104 Trabajos del estudiante
Organismo de Evaluación y Fiscalización <1%

105 Internet
dspace.unl.edu.ec <1%

106 Internet
repositorio.ug.edu.ec <1%

107 Internet
repositorio.unas.edu.pe <1%

108 Publicación
DESARROLLO AMBIENTAL SOC ANONIMA. "EIA-SD para la Instalación de una Plan... <1%

109 Internet
repositorio.ulp.edu.pe <1%

110 Publicación
Flores Takahashi, Jose Satoshi. "Analisis de una red de monitoreo de calidad de a... <1%

111 Internet
agris.fao.org <1%

112 Internet
libros.unad.edu.co <1%

113 Internet
repositorio.unsa.edu.pe <1%

114 Internet
www.minem.gob.pe <1%

115 Trabajos del estudiante
于 2012-08-20 提交至 Systems Link <1%

116 Publicación
FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DIA d... <1%

117 Publicación
Ruiz Arias, Marianela Jannet. "Características sociodemográficas, laborales y su r... <1%

118 Trabajos del estudiante
UTEC Universidad de Ingeniería & Tecnología (NO TOCAR) <1%

119 Internet
apirepositorio.unu.edu.pe <1%

120 Internet
repositorio.uct.edu.pe <1%

121 Internet
scholar.uprm.edu <1%

122 Publicación
CESEL S.A.. "EIA de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo-I... <1%

123 Publicación
DOMUS CONSULTORIA AMBIENTAL S.A.C.. "ITS para el Proyecto Reemplazo, Mejo... <1%

124 Publicación
Salomé Córdova, Hernán Gaete, Fernanda Aránguiz, Ricardo Figueroa. "Evaluació... <1%

125 Trabajos del estudiante
Universidad Católica de Santa María <1%

126 Publicación
WSP PERU CONSULTORIA S.A.. "Segundo ITS de la Unidad Operativa Selene-Explor... <1%

127 Internet
dianahermith.phipages.com <1%

128 Internet
doi.org <1%

129 Internet
openjicareport.jica.go.jp <1%

130 Internet
reports.eea.eu.int <1%

131 Internet
snifa.sma.gob.cl <1%

132 Internet
tesis.ipn.mx <1%

133 Trabajos del estudiante
ucss <1%

134 Trabajos del estudiante
unapiquitos <1%

135 Internet
www.fronteraenergy.ca <1%

136 Publicación
CESEL S A. "EIA del Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica en 220 kV S.E. Pomaco... <1%

137 Publicación
CONSULTORA ECSA INGENIEROS E.I.R.LTDA.. "EIA del Proyecto Central Hidroeléct... <1%

138 Publicación
Cano Calderon, Melizza Antonieta. "Nivel de relación entre estilos y enfoques de ... <1%

139 Publicación
Fernandez Ochoa, Benito Hugo. "Movilidad de los metales pesados y su incidenci... <1%

140 Publicación
Nelly Alejandra Jerez-Ramírez, Stefan Louis Arriaga-Weiss, Gorgonio Ruiz-Campos... <1%

141 Publicación
PALOMINO DE LA MATA LUIS ANTONIO. "Plan de Recuperación de Áreas Degrada... <1%

142 Publicación
SNC LAVALIN PERU S.A.. "Segundo ITS de la MEIA de la Unidad Minera Cerro Lind... <1%

143 Publicación
SRK CONSULTING (PERU) S.A.. "Cuarto ITS del EIA de la Unidad Minera Inmaculad... <1%

144 Publicación
TEMA LITOCLEAN S.A.C.. "ITS Modificación de la Fibra Óptica en el Río Cañete Med... <1%

145 Publicación
Teves Ponce, Luz Marina. "Comportamiento espacio temporal de índice de calida... <1%

146 Trabajos del estudiante
Universitat Politècnica de València <1%

147 Internet
accefyn.org.co <1%

148 Internet
doaj.org <1%

149 Internet
fdokumen.id <1%

150 Internet
hidrobiologica.izt.uam.mx <1%

151 Internet
idbinvest.org <1%

152 Internet
orcid.org <1%

153 Internet
par-manglares.net <1%

154 Internet
renatiqa.sunedu.gob.pe <1%

155 Internet
repositorio.ucp.edu.pe <1%

156 Internet
repositorio.unsm.edu.pe <1%

157 Internet
repositorio.untumbes.edu.pe <1%

158 Internet
www.argentina.gob.ar <1%

159 Internet
www.dspace.unitru.edu.pe <1%

160 Internet
www.investigo.biblioteca.uvigo.es <1%

161 Internet
www.sciencegate.app <1%

162 Internet
www.ub.es <1%

163 Publicación
Aguilar Mamani, Dany Alexander. "Elevar el índice de calidad del agua del lago Tit... <1%

164 Publicación
DIEGO VIMOS LOJANO. "Influencia de las condiciones hidráulicas e hidrológicas e... <1%

165 Publicación
Eva M. Mestre-Mestre, María Belén Díez-Bedmar. "Expressing emotion", Revista E... <1%

166 Publicación
GEOLAB S.R.LTDA. "EIA del Proyecto de Levantamiento Sísmico 3D Lote Z-1-IGA00... <1%

167 Publicación
Hernandez De Los Rios, Anne Karina. "Gestión de calidad según liderazgo y la mo... <1%

168 Publicación
INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "ITS para el Proyecto de... <1%

169 Publicación
Velasquez Zúñiga, Yessenia. "Evaluación de la electrocoagulación en la remoción ... <1%

170 Internet
digitalcollections.sit.edu <1%

171 Internet
dspace.espoch.edu.ec <1%

172 Internet
dspace.ucacue.edu.ec <1%

173 Internet
dspace.ups.edu.ec <1%

174 Internet
expansion.mx <1%

175 Internet
nutricioni.com <1%

176 Internet
ourheartsburning.org <1%

177 Internet
perso.univ-lyon2.fr <1%

178 Internet
repositorio.catie.ac.cr <1%

179 Internet
repositorio.utp.edu.pe <1%

180 Internet
repositoriotec.tec.ac.cr <1%

181 Internet
repository.javeriana.edu.co <1%

182 Internet
revistas.unitru.edu.pe <1%

183 Internet
worldwidescience.org <1%

184 Internet
www.fluencecorp.com <1%

185 Internet
www.perunoticias.net <1%

186 Internet
www.planeta.com <1%

187 Internet
www.powershow.com <1%

188 Internet
www.produccioncientificaluz.org <1%

189 Internet
www.repositorio.unach.edu.pe <1%

190 Publicación
Aradilla Herrero, Amor. "Inteligencia Emocional y variables relacionadas en Enfer... <1%

191 Publicación
CESEL S A. "MEIA del Proyecto Ampliación de la Central Hidroeléctrica Santa Teres... <1%

192 Publicación
Carpio Vargas, Edgar Eloy. "Modelamiento del comportamiento y relaciones de p... <1%

193 Publicación
Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Lima. "EIA Planta Beneficio ... <1%

194 Publicación
Channel Yurico Rodriguez Torres. "Calidad del agua según variables fisicoquímica... <1%

195 Publicación
Corzo Remigio, Amelia. "Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurs... <1%

196 Publicación
Espinoza Rivas, German Rafael. "Evaluación de la calidad del agua en la subcuenc... <1%

197 Publicación
FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "EIA-S... <1%

198 Publicación
HERRERA VILLAVICENCIO JUVENAL. "Programa de Reconversión y Manejo de Área... <1%

199 Publicación
Inga Aquino, Edith. "Relaciones interpersonales como estrategia didáctica y clima... <1%

200 Publicación
Rojas Vargas, Raúl Pedro. "Caracterización y determinación de la calidad del agua... <1%

201 Publicación
SNC LAVALIN PERU S.A.. "Modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad M... <1%

202 Publicación
STANTEC PERU S.A.. "DIA del Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica Santa Teres... <1%

203 Publicación
SUSTAINABLE ENGINEERING CONSULTANTS S.A.C.. "PAP del Sistema de Tratamie... <1%

204 Publicación
Serrna Mosquera, Jorge Antonio. "Propuesta de Índice de Calidad del Agua, Como... <1%

205 Publicación
T. Alonso Sancho, J. Cortes Genescà, P. Biendicho Palau, J. Pujol Salud, M. Astals B... <1%

206 Trabajos del estudiante
Universidad Alas Peruanas <1%

207 Internet
assets.ctfassets.net <1%

208 Internet
backend.aprende.sep.gob.mx <1%

209 Internet
docs.bvsalud.org <1%

210 Internet
doczz.net <1%

211 Internet
dspace.ceu.es <1%

212 Internet
micanaldepanama.com <1%

213 Internet
oa.upm.es <1%

214 Internet
repositorio.unife.edu.pe <1%

215 Internet
repositorio.unprg.edu.pe <1%

216 Internet
repository.unipiloto.edu.co <1%

217 Internet
revistas.uees.edu.ec <1%

218 Internet
revistas.une.edu.pe <1%

219 Internet
revistasdigitales.uniboyaca.edu.co <1%

220 Internet
revistatyca.org.mx <1%

221 Internet
stutzartists.org <1%

222 Internet

upc.aws.openrepository.com <1%

223 Internet

www.camisea.com.pe <1%

224 Internet

www.conectapyme.com <1%

225 Internet

www.spell.org.br <1%

226 Internet

www.ucavila.es <1%

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 558-2025-CU-UNAM

Moquegua, 25 de agosto de 2025

VISTOS:

El Proveído N° 3168-2025-R de fecha 18 de agosto de 2025 emitido por el Rectorado, Informe N° 321-2025-UNAM-R/SG de fecha 15 de agosto de 2025 emitido por el Secretario General, Informe Técnico N° 089-2025-UNAM/SEGE/GYT emitido por la Especialista Administrativo I–Grados y Títulos, el Acuerdo del Pleno del Consejo Universitario de Sesión Extraordinaria N° 031-2025-SE-CU-UNAM, de fecha 22 de agosto de 2025, y;

CONSIDERANDO:

Que, conforme al 4to párrafo del artículo 18, de la Constitución Política del Perú, dispone que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Y el artículo 8º de la Ley Nº 30220-Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y demás normativa aplicable. Concordante con el artículo 1, de la Ley Nº 31520, Ley que restablece la autonomía y la institucionalidad de las universidades peruanas, *así como la Ley N° 32141, Ley que modifica la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a fin de fortalecer la* institucionalidad de las Universidades Públicas licenciadas;

Que, el Articulo 58, de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que el Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la Universidad. Concordante con el artículo 14° del Estatuto de la UNAM, aprobado bajo Resolución N° 578-2021-UNAM;

Que, el artículo 59 de la Ley Universitaria-Ley N° 30220, establece las atribuciones del Consejo Universitario, y específicamente el numeral 59.9, establece; Conferir los grados académicos y los títulos profesionales aprobados por las Facultades y Escuela de Posgrado, así como otorgar distinciones honoríficas y reconocer y revalidar los estudios, grados y títulos de universidades extranjeras, cuando la universidad está autorizada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. Concordante con el numeral 9, del artículo 16 del Estatuto de la UNAM;

Que, el Sr. Rector es el personero y representante legal de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme a lo dispuesto por la Ley Nº 30220-Ley Universitaria, tiene a su cargo la Dirección, Conducción y Gestión del Gobierno Universitario en todos sus ámbitos, concordante con el artículo 18 y numeral 2 del artículo 20° del Estatuto de la UNAM;

Que, mediante Informe Técnico N° 089-2025-UNAM/SEGE/GYT, de fecha 15 de agosto de 2025, e Informe N° 321-2025-UNAM-R/SG de fecha 15 de agosto, el Secretario General de la UNAM, remite al Rectorado el expedientes para el trámite de Título Profesional de Ingeniero Ambiental de los Bachilleres: DIAZ COBOS TANIA HAYDEE y RODRIGUEZ RAMIREZ RICHARD ALEXANDER de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quienes se encuentran aptos para la expedición del Título Profesional de Ingeniero Ambiental, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios, exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de Actividades y Servicios Académicos y la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental; razón por la cual, el señor Secretario General incluye dicho expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión Extraordinaria de Consejo Universitario de fecha 22 de agosto de 2025;

Que, el artículo 44° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...). Asimismo la Ley N° 31803, modifica el artículo en mención adicionando; La Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) determina los criterios, así como establece y supervisa el procedimiento administrativo para el reconocimiento de grados y títulos otorgados en el extranjero, en el marco de la normativa vigente;

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, precisa los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022, N° 880-2023-UNAM y N° 081, 484-2024-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, bajo el amparo de los considerandos precedentes, el Pleno del Consejo Universitario en Sesión Extraordinaria N° 031-2025-SE-CU-UNAM, de fecha 22 de agosto de 2025, emitió, el siguiente, Acuerdo; POR UNANIMIDAD: CONFERIR, a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero Ambiental por la modalidad de sustentación de tesis a los Bachilleres: DIAZ COBOS TANIA HAYDEE y RODRIGUEZ RAMIREZ RICHARD ALEXANDER, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua;

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el Art. 18, de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220-Ley Universitaria, el Estatuto de la UNAM, y a lo acordado por el pleno del Consejo Universitario;

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 558-2025-CU-UNAM

Moquegua, 25 de agosto de 2025

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: CONFERIR, A NOMBRE DE LA NACIÓN a los Bachilleres

- **DIAZ COBOS TANIA HAYDEE**
  TESIS : "RELACIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS Y FACTORES AMBIENTALES ESTRESANTES EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BAJA DEL RIO OSMORE, PROVINCIA DE ILO", cuyo Asesor Principal fue el Dr. Jose Antonio Valeriano Zapana.

- **RODRIGUEZ RAMIREZ RICHARD ALEXANDER**
  TESIS : "RELACIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS Y FACTORES AMBIENTALES ESTRESANTES EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BAJA DEL RIO OSMORE, PROVINCIA DE ILO", cuyo Asesor Principal fue el Dr. Jose Antonio Valeriano Zapana.

El **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

Por la modalidad de SUSTENTACIÓN DE TESIS, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 2°: ENCARGAR, al Secretario General a través de quien corresponda, para que realice las acciones pertinentes relacionadas con la inscripción correspondiente en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU.

ARTÍCULO 3°: DISPONER el cumplimiento de la presente Resolución a todas las dependencias de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 4°: DISPONER la publicación de la presente resolución en el Portal Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua www.unam.edu.pe

REGÍSTRESE, PUBLÍQUESE, Y CÚMPLASE;

ABOG. EDGAR PINTO HUANCAVILCA
SECRETARIO GENERAL

DR. HUGO RUBEN MARCA MAQUERA
RECTOR
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO

DISTRIBUCION:
VRA
VRI
FACIA
EPAM
DASA
OTI
Interesado
c.c. Archi.