



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Relación de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades
de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río,
Osmore Ilo - Moquegua, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Cordova Cordova, Alexander Emanuel (ORCID: 0000-0002-9896-2990)

ASESOR:

Mg. Herrera Díaz, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-8578-4259)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a Dios quien fue mi fortaleza y a mis queridos padres por el apoyo absoluto que supieron darme, guiarme por el buen camino y así poder lograr mis metas y objetivos trazados; En estos tiempos difíciles de pandemia que hemos pasado.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por darnos buena salud y cuidarnos siempre. Agradecer a nuestros padres y familiares por el inmenso apoyo durante esta etapa. Estoy completamente agradecido.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.1.1 Tipo de investigación	17
3.1.2 Diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra, muestreo	20
3.3.1 Población	20
3.3.2 Muestra	20
3.3.3 Muestreo	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
3.4.2 Instrumentos	20
3.4.3 Validez	21
3.4.4 Confiabilidad	21
3.5. Procedimientos	21
3.5.1. Ubicación	21

3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Familias de macroinvertebrados acuáticos con el respectivo puntaje para determinar el índice (BMWP/Col).....	15
Tabla 2. Calidad Biológica del Agua – Índice BMWP/Col.....	16
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	18
Tabla 4. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de los parámetros fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos	23
Tabla 5. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) del agua de la cuenca baja del río Osmore	26
Tabla 6. Valores de la Conductividad Eléctrica del agua de la cuenca baja del río Osmore	28
Tabla 7. Valores de la Temperatura del agua de la cuenca baja del río Osmore.	29
Tabla 8. Valores del Oxígeno Disuelto del agua de la cuenca baja del río Osmore	30
Tabla 9. Índice de diversidad de Shannon (H) presentes en los diez puntos de muestreo de la cuenca baja del río Osmore.....	33
Tabla 10. Índice de diversidad de Simpson (D) presentes en los diez puntos de muestreo de la cuenca baja del río Osmore.....	34
Tabla 11. Puntajes por cada familia de macroinvertebrados en los diez puntos de la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua	36
Tabla 12. Valores obtenidos del índice biótico BMWP/col, en los 10 punto de la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua	37
Tabla 13. Prueba de normalidad para los parámetros fisicoquímicos y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de la cuenca baja del río Osmore	38

Tabla 14. Análisis de correlación Pearson entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore 39

Tabla 15. Correlación de Pearson entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore. 41

Índice de figuras

Figura 1. Macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua	12
Figura 2. Los dípteros, macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas estancadas y de baja calidad	13
Figura 3. Ubicación geográfica del área determinada de los puntos de monitoreo en la (Cuenca baja río Osmore)	22
Figura 4. Valores de pH del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs.....	27
Figura 5. Valores de Conductividad Eléctrica del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs	28
Figura 6. Valores de Temperatura del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs	29
Figura 7. Valores del Oxígeno Disuelto del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs.....	30
Figura 8. Composición, de especies y abundancia de los macroinvertebrados ...	31
Figura 9. Cantidad, de especies identificadas por cada punto de muestreo	32
Figura 10. Número de especies por familia en los diez puntos de muestreo	33
Figura 11. Índice de Diversidad de Shannon (H), presentes en los diez puntos de muestreo	34
Figura 12. Índice de Diversidad de Simpson (D), presentes en los diez puntos de muestreo	35
Figura 13. Correlación de Pearson entre el índice de diversidad de Shannon y Simpson con BMWP/col, pH, OD, CE, y °C	40

Resumen

Se realizó la investigación durante el mes de agosto 2021, analizando diez puntos de muestreo en la cuenca baja del río Osmore, donde se evaluaron parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura, conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto para el análisis de la calidad de agua en relación con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y sus tratamientos biológicos (Diversidad y Abundancia y el índice BMWP/col). Donde se evaluó los parámetros fisicoquímicos respecto a los (ECA) categoría 3 y 4 como resultado el pH oscilando de 7.97 – 8.52; la temperatura oscilando entre 22.55 °C – 24.93 °C; la conductividad eléctrica oscilando entre 2335 – 2662; y el oxígeno disuelto 0.33 – 5.54 ml/L. Para las comunidades de macroinvertebrados se recolectaron un total de 24463 organismos, distribuidos en 15 familias y 9 órdenes. A nivel familiar, los más comunes fueron *Simuliidae*, *Chironomidae*, *Baetidae* y con menor representatividad (*Ceratopogonidae*, *Glossiphoniidae*, *Hydrophilidae*, *Stratiomyidae*, *Thiaridae* y *Veliidae*). De modo que el índice de biodiversidad y el índice de dominancia presentan valores mínimos concluyendo que se debió principalmente a la presencia la actividad humana y factores del medio acuáticos. Finalmente existe una correlación significativa entre dos variables fisicoquímicas con la biodiversidad de macroinvertebrados y la valoración biológica de (BMWP/col).

Palabras clave: Fisicoquímicos, índice biológico, calidad de agua, macroinvertebrados acuáticos, río.

Abstract

The research was carried out during the month of August 2021, analyzing ten sampling points in the lower basin of the Osmore River, where physicochemical parameters of pH, temperature, electrical conductivity and dissolved oxygen were evaluated for the analysis of water quality in relation to with the aquatic macroinvertebrate communities and their biological treatments (Diversity and Abundance and the BMWP / col index). Where the physicochemical parameters were evaluated with respect to (ECA) category 3 and 4 as a result of the pH ranging from 7.97 - 8.52; the temperature oscillating between 22.55 ° C - 24.93 ° C; electrical conductivity ranging from 2335-2662; and dissolved oxygen 0.33 - 5.54 ml / L. For the macroinvertebrate communities, a total of 24463 organisms were collected, distributed in 15 families and 9 orders. At a family level, the most common were *Simuliidae*, *Chironomidae*, *Baetidae* and with less representation (*Ceratopogonidae*, *Glossiphoniidae*, *Hydrophilidae*, *Stratiomyidae*, *Thiaridae* and *Veliidae*). Thus, the biodiversity index and the dominance index present minimum values, concluding that it was mainly due to the presence of human activity and factors of the aquatic environment. Finally, there is a significant correlation between two physicochemical variables with macroinvertebrate biodiversity and the biological assessment of (BMWP / col).

Keywords: Physicochemicals, biological index, water quality, aquatic macroinvertebrates, river.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sistema fluvial en el medio ambiente se encuentra bajo una tremenda presión humana debido a intervenciones no planificadas que resultan en una mala gestión del agua potable potencial para el consumo humano el riego de vegetales. Estos cambios promueven importantes cambios micro climáticos y afectan el nicho ecológico de los animales acuáticos por tratarse de un taxón por lo que su dinámica es apta a interferencias, desde la perspectiva del uso y protección del medio acuático, los indicadores biológicos intervienen un papel importante en la gestión adecuada de los recursos. Los indicadores biológicos pueden definirse como un grupo de especies que tienen requisitos específicos para un conjunto de variables fisicoquímicas, de modo que los cambios en estas variables indican que el sistema de especies involucrado está en el límite de la mejor curva. Las comunidades de macroinvertebrados son altamente aceptables como indicadores biológicos de contaminación acuática porque son muy numerosos y se pueden encontrar en su mayoría todos los ambientes de agua dulce son fáciles recolectar en cuanto al muestreo de bajo costo (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008, pág. 1). En consecuencia, la valoración realizada con macroinvertebrados acuáticos indicadores biológicos de contaminación puede generar información sobre la alteración perturbaciones que crean y afectan los medios acuáticos de la cuenca baja del rio Osmore Ilo Moquegua. Por esta razón, esta investigación intenta recaudar información relacionada con los macroinvertebrados acuáticos, mediante la comparación de los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados bentónicos Para la conservación de los recursos hidrológicos en los ambientes acuáticos, es importante monitorear parámetros físicos y químicos, como pH, conductividad eléctrica, aniones, oxígeno disuelto, metales totales, aceites y parámetros microbiológicos, cuyos datos deben estar dentro de los lineamientos nacionales establecidos en él (Decreto Supremo N° 004-2017-Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017, pág. 1).

En el ámbito de la cuenca hidrográfica del rio Osmore el cual se vierte en el océano pacífico, desplazándose por todo el valle del El Algarrobal, valles de Ilo y distrito de Pacocha. Las municipalidades de dichas jurisdicciones, los agricultores, pequeñas

y grandes empresas vivieron un período de conflictos sectorizados. Entonces la organización de gobierno municipal y la población, accedió con fines de dar solución a los problemas de la contaminación que recalcan, sobre la problemática dentro de la jurisdicción de Moquegua Ilo; De modo que se re realizo la creación de la Comisión Técnica Multisectorial, como el estudio de los problemas socio ambientales ocasionados por las empresas mineras, aguas residuales, residuos urbanos entre otros.

Dado que el fundamento de la realidad de las cuestiones planteadas, se formularon los problemas específicos del informe de investigación. Por esta razón como **problema general** de la investigación se planteó, ¿De qué manera se relacionan de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río, Osmore Ilo - Moquegua, 2021? y seguidamente se plantea los **problemas específicos**, ¿Cuál es la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos de cada punto de muestreo en la cuenca baja del rio Osmore?; ¿Cuál es la estimación de la biodiversidad, dominancia y la valoración biológica de los macroinvertebrados en la cuenca baja del rio Osmore?; ¿Cuál es la relación entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos?

(Bernal, 2010) Indica que la justificación de la investigación indica porque razones y para qué se realiza, por esta causa el informe de investigación se **justifica teóricamente** de manera que contribuirá con un amplio entendimiento sobre la relación de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades macroinvertebrados acuáticos, la influencia como bioindicadores de la calidad de agua superficial, lo que permitirá como base de datos para próximos estudios. Por otro lado, la **justificación metodológica**, que tiene como objetivo mejorar los problemas ambientales del flujo del de agua provocados por la actividad antrópica de la provincia de Ilo como el tratamiento no tan adecuado de la Planta de tratamiento de aguas residuales Omo, el desecho de residuos sólidos en los ríos. Por ello se desarrolla la presente investigación sobre el estudio de los macroinvertebrados en comparación a los parámetros físicos-químicos en todo el entorno de la cuenca baja del río Osmore Ilo-Moquegua. Así mismo se justifica **en el lado de la práctica** ya que se realiza con el objetivo de saber el nivel de contaminación que presenta el rio Osmore, de tal manera, implementar sistemas de protección y tener una buena

calidad del medio ambiente sostenible y sustentable para las próximas generaciones. El presente estudio brindará a los estudiantes una gran cantidad de información para futuras investigaciones mediante las metodologías y procedimientos que se llevan a cabo lo que será como un aporte como desarrollo a fin de una buena administración de calidad de los recursos hidrológicos. Además, la **Justificación por conveniencia** incluye a la población de Ilo, porque el informe de investigación ayudará a formular recomendaciones de conservación, permitirán el cuidado y control de las aguas del río, que incluirán las pautas ambientales y de calidad requeridas por los lineamientos o normativas del estado dentro del marco de medio ambiente. Así mismo la **justificación social** está referida a los habitantes de la provincia de Ilo debido a los problemas de contaminación surgidas por condiciones socioambientales que influyen justamente en el desarrollo sostenible económico y ambiental en el distrito del Algarrobal y sectores del entorno son vital importancia, ya que de ella depende el desarrollo de muchas actividades que la población los realiza, entre ellas: la agricultura, la conservación de especies acuáticas, recreación y entre otras actividades.

De tal modo que, esta investigación tiene como **objetivo general**: Relacionar los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río, Osmore Ilo – Moquegua, 2021; Y como **objetivos específicos**, Determinar la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos de cada punto de muestreo en la cuenca baja del río Osmore; Estimar la biodiversidad, dominancia y la valoración biológica de los macroinvertebrados en la cuenca baja del río Osmore; Establecer la relación entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos.

En la presente investigación se plantea como hipótesis nula que No existe relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore. Como hipótesis alterna Existe relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder explicar respecto a las teorías con referencia al tema de investigación sobre los estudios preliminares como antecedentes se describe a continuación: En el **ámbito Internacional**, (Forero, 2017, pág. 5), Estudió los macroinvertebrados acuáticos y las correspondientes los parámetros físicos y químicos existentes en la cuenca alta del río Frio Tabio, Cundinamarca para analizar de manera integral la calidad del agua afectada por las actividades sociales y económicas alrededor de la cuenca. Para establecer la calidad del agua, se utilizaron el índice de biodiversidad y abundancia Índice (BMWP/ col), donde se eligieron cinco puntos para el respectivo muestreo, que se separan en áreas de aguas rápidas y aguas lentas para la recopilación de los invertebrados acuáticos. Y para el recolectar las muestras físicas y químicas se tomaron los parámetros de Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, nitrato y bacteriología (coliformes fecales). Se percibió a modo que disminuye su calidad de agua, la estructura de la comunidad de macroinvertebrados ha cambiado, las variables bacteriológicas y fisicoquímicas también mostraron cambios relacionados con el nivel de intervención humana en la cuenca. Y finalmente la existencia de la fuerte correlación entre los parámetros fisicoquímicas evaluadas y el exceso de familias de macroinvertebrados los indicadores fisicoquímicos y biológicos arrojaron resultados semejantes para el estado de la calidad del agua.

(Hernán, et al. 2020, pág. 41). Desarrollaron el estudio de la calidad del agua a través de la caracterización de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Mientras tanto, la presencia de nuevos contaminantes vertidos cuando su incidencia no puede registrarse con precisión, llevo a la exploración de diferentes métodos para estudio de la calidad de las masas de agua, como los indicadores biológicos de organismos acuáticos. La composición de los grandes grupos de invertebrados acuáticos presentes en este estudio está directamente relacionada con los cambios en función de los cambios nutricionales en el área de muestreo.

Este estudio destaca la abundancia del taxón de macroinvertebrados Culicidae, que es el género indicador más representativo con un alto nivel de nutrición, por lo que se relaciona con alta presión ambiental y se relaciona con otro tipo de comunidades biológicas. Estudios (como fitoplancton y zooplancton) que muestran

constantemente un aumento en el proceso de eutrofización. De acuerdo con los resultados del cálculo del índice de calidad BMWP / Col de cada área de muestreo de junio a agosto de 2018, es posible distinguir el tipo de calidad del agua: "contaminación lumínica", donde los taxones representativos en el estudio encontraron que las condiciones eran favorables para su colonización y representación dentro del sistema.

(Johansena, et. al. 2018, pág. 4) Efectuaron el análisis cuantitativo de los grupos de invertebrados en cuatro puntos de fiordos noruegos mostró que la abundancia y riqueza de especies de la macroinvertebrados dentro del sistema de fiordos y la conformación de los macroinvertebrados de aguas hondas han cambiado significativamente. En conmemorativo, el análisis mostró un cambio significativo en la estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos, que no se reflejó la variación en el índice de diversidad de Shannon durante el período de seguimiento. Las variaciones comprobadas se debieron principalmente a la mayor sobreabundancia de especies interesadas, principalmente del poliqueto *Polydora* sp. En los últimos 10 a 15 años, esto se ha relacionado significativamente con el descenso del (OD) oxígeno disuelto, A medida que aumenta la temperatura del agua del fondo, aumenta la cantidad total de materia orgánica en los sedimentos. Se discuten los posibles factores climáticos y provocados por el hombre relacionados con estos cambios. Se cuestionan potencialmente los factores antropogénicos y climáticos asociados con los cambios observados en la gran fauna y las consecuencias ambientales de estos cambios.

(Modeste, et. al. 2019, pág. 96). Llevaron a cabo el estudio de investigación donde se caracterizaron 9755 macroinvertebrados acuáticos concernientes a 4 clases, 14 órdenes y 49 familias. La clase de insectos domino, representando el 97,40% de la riqueza en general. La riqueza y sobreabundancia taxonómicas a menudo siguen gradientes de altitud. La evaluación del índice manifestó la población única y la presión ambiental de este afluente. Por un lado, las fuertes correlaciones positivas observadas entre el Amonio con *Nemouridae*, y entre *Ephemeraidae*, *Heptageniidae* *Taeniopterygidae*, *Isonychiidae*, *Elimidae*, *Heteroclawidae*, y los fosfatos indican que estas familias son invulnerables, principalmente sensibles a la contaminación, a dosis de fosfato. Esta investigación. Sin embargo, se deben realizar algunas medidas de protección y restauración para proteger y fortalecer la condición

ecológica del agua de río, lo que implicaría implementar planes de manejo sustentable de ríos para promover el desarrollo agrícola, la conciencia pública sobre la importancia del agua y su calidad. En consecuencia, se sugiere realizar estudios de largo plazo basados en planes de monitoreo biológico y manejo sustentable para proteger y preservar la biodiversidad de los afluentes de agua y ríos principales. (López, et. al. 2019, pág. 2). Determinaron el estado de la calidad del agua mediante la diversidad de macroinvertebrados bentónicos ubicados en las tres regiones del río Teusacá (Cundinamarca-Colombia). Midiendo la temperatura, el potencial de hidrogeno el oxígeno disuelto, la turbidez cada lugar de muestreo y se estimó el índice de calidad del agua (BMWP / Col), Average Score Per Taxon (ASTP), Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), Family Biotic Index (IBF,) y algunos índices de biodiversidad biológica (Simpson, Shannon Weaver, diversidad Menhinick y Margalef). En los meses de julio, septiembre y noviembre del año 2017 se realizaron un total de 3 muestreos y se recolectaron un total de 6.781 macroinvertebrados referentes a 3 phylum, 5 clases, 11 órdenes y 21 familias. La calidad del río Teuzaka estaba regularmente alterada, con inclinación a presentar bastante contaminación. De manera similar, los cuerpos de agua muestran una menor biodiversidad y un alto dominio entre las especies de macroinvertebrados recolectadas en consecuencia, los resultados obtenidos mediante los índices de diversidad biológica y el índice de calidad ejecutados son independientes de la temporada en la que se realizó el monitoreo.

Presentamos como antecedentes en el **ámbito nacional**, a los autores (Mora, et al. 2020, pág. 2) Cuyo estudio fue la evaluación la calidad del agua en el río Huacamarcanga, en el transcurso de temporada seca y temporada lluviosa, donde se empleó los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, y como índice de diversidad bilógica se empleó el Índice (BMWP) adecuado hacia el norte peruano y como parámetros físicos químicos se determinó la temperatura, potencial de hidrogeno, conductibilidad eléctrica, oxígeno disuelto, fosfatos, sulfatos. Donde se dispuso cuatro estaciones para el muestreo en todo el transcurso de la cuenca a una altura de (3780 a 3725 m.s.n.m). Y finalmente en efecto a los resultados se mostró una calidad de flujo de agua buena a critica en la temporada seca aceptable y crítica en las temporadas lluviosas; de modo que los parámetros físicos químicos

estaban alineados y cumplían con los (ECAs categoría 3 y 4) estipulados en el D.S. N° 004-2017 MINAM.

(Pezo, 2018, pág. 22) evaluó la calidad del agua identificando, cuatro estaciones específicas de todo el tramo de la cuenca del afluente Cumbaza al largo de los meses de mayo y octubre del año 2015, a mediante la caracterización de los macroinvertebrados bentónicos concurrentes y su correspondencia con ciertos parámetros fisicoquímicos. Se recolectaron 678 macroinvertebrados separados en 2 categorías (Insectos y gastrópodos). También se determinó el índice (BMWP/col), lo que accedió catalogar la calidad de agua como condición 2 y 3 moderadamente alteradas, no se encontraron magnitudes claras de contaminación en ninguno de los sitios evaluados, y se dio calificaciones dudosas, y se presentaron 3 recomendaciones de protección ambiental en la investigación. En el quinto mes de año la tasa con mayor diversidad de macroinvertebrados fue la (Estación 1, 2 y 3); en el décimo mes del año la tasa con mayor diversidad fue la (Estación 1, 2 y 3). Correspondiente, se evaluó algunos parámetros fisicoquímicos como: pH, Conductividad, Oxígeno disuelto, Cloruros, nitratos y metales totales como el Manganeso, Aluminio, Hierro y Sulfatos obteniendo como resultado que cumplen con los lineamientos del D.S. N° 015-2015 del MINAM, (ECAs categoría 3) para aguas de irrigación de vegetales. El indicador de la conformidad de Pearson con el (BMWP) y los parámetros físicos químicos tiene correlaciones negativas y positivas, las cuales pueden explicar algunas situaciones medioambientales; comparando con la fase de tiempo y las estaciones de muestreo en cada parada, ambos casos son datos estadísticamente expresivos, lo cual se debe en parte a la gran fuente de aguas arriba, los macroinvertebrados bentónicos y el período de muestreo y las condiciones ambientales de la estación son diferentes. Las cuencas hidrográficas, las precipitaciones fluviales y las actividades humanas también son factores que afectan el comportamiento de las comunidades biológicas.

(Bulnes, 2019, pág. 11) Realizo el estudio de caracterización mediante recolección de las familias de macroinvertebrados acuáticos, el hábitat físico con índice de valoración de la calidad de agua (SVAP), y la calidad del agua mediante los parámetros fisicoquímicos ubicados en el medio de los cursos de agua Mala y Chillón, a lo largo de las temporadas de avenida y estiaje año 2015. El SVAP determino que la calidad del río es media. Por otro lado, a los parámetros físicos y

químicos del agua neutra ligeramente alcalina, el oxígeno disuelto está arriba de 7 mg/l, la conductividad es de 150 μ s / y 870 μ s / cm, y el total de sólidos disueltos sobrepasando de 150 mg / L, con desigualdades significativas. La escala espacial (río Chillón y Mala) se verificó mediante pruebas Wilcoxon y T-student. Los macroinvertebrados acuáticos, compuesta esencialmente por familias de Elmidae, Baetidae y Chironomidae, que aumentan expresivamente su diversidad, riquezas y abundancia en la época de estiaje, con desigualdades expresivas en los dos. En términos de índice biológico, registró baja calidad ecológica en sus condiciones; sin embargo, los índices (ABI, BMWP) mostraron condiciones favorables, excepto para el río Mala durante la época de inundaciones. En consecuencia, los dos ríos presentan índices hídricos suficientes y las cualidades del ecosistema acuático del altiplano andino, en el que la estacionalidad es el factor principal en el cambio de hábitat y comunidades de macroinvertebrados.

(Pascual, Iannacone, & Alvarino, 2019, pág. 1) cuyo objetivo fue el estudio de los macroinvertebrados bentónicos y las pruebas toxicológicas para evaluación en temporada lluviosa y seca en el río Rímac Lima-Perú a lo largo del año 2009. Se establecieron doce estaciones de muestreo, tomando como referencia las fuentes de contaminación, determinando el muestreo de parámetros fisicoquímicos, toxicidad de aguas, Macroinvertebrados bentónicos y sedimentos de *Chironomus calligraphus* y *Daphnia magna*. En la temporada lluviosa se manifestó datos superiores de potencial de Hidrogeno, superiores datos de conductividad, oxígeno disuelto y sólidos totales con mayor claridad en la temporada seca. Todos los índices de variedad y equilibrio fueron superiores en la temporada lluviosa, pero los indicadores de dominio y super abundancia fueron superiores en la temporada seca. La formación de tres grupos en gráficos similares basados en macroinvertebrados acuáticos sugiere que está relacionado con actividades que ocurren en la cuenca durante la temporada de lluvias: el género primario responde a pasivos del ámbito de la minería, el grupo secundario responde a influencia doméstica y agrícola, último grupo responde a la influencia agrícola, industrial y doméstica.

(Vásquez & Medina, 2015, pág. 1) Emplearon macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en varios ambientes acuáticos. Este estudio se realizó mediante la evaluación de macroinvertebrados y algunos parámetros

físicos y químicos como indicadores para evaluar la calidad del agua como: el potencial de Hidrogeno, nitrato, nitrito, fosfato cromo hexavalente y aluminio en 8 paradas de los afluentes de la microcuenca del río Tablachaca (Ancash-Perú) entre los meses de agosto y diciembre del año 2014. En consecuencia, los puntos de muestreo cumplieron con D.S. N° 002-2008-MINAM, excepto para fosfatos cierta concentración exceda el límite establecido de agua de uso para regadío de vegetales y bebidas de animales; igualmente, de acuerdo al índice biótico para ríos del norte del Perú (nPeBMWP) la calidad acuática de los ríos Puente Hondo y el río Paragón es admisible finalmente, la calidad biológica del río Pampas fue mala a pésima.

Para poder explicar acerca de las teorías en torno al tema de investigación es necesario entender el lugar donde encuentra ubicado el estudio (Cutipa, Peña, & Acosta, 2019, pág. 13) Indican que la **cuenca baja del río Osmore Ilo**, Moquegua pertenece a la Vertiente del Pacífico y se encuentra ubicada en la costa del sur del territorio peruano, políticamente incluye partes las provincias de Mariscal Nieto e Ilo pertenecen a la zona de la región de Moquegua contando con un área de la cuenca 3734 Kilómetros cuadrados con una circunferencia de 406,8 kilómetros; los relieves son salvajes y diversos, por lo tanto dicha cuenca está drenada por el río Moquegua, el cual se forma por afluentes de los ríos Huaracane, Torata y Tumulaca como consecuencia de complejas actividades volcánicas y tectónicas, entre las que se encuentran interacción de rocas volcánicas y sedimentarias diferentes formas en las que existe el agua subterránea en el río Moquegua, al terminar el valle recibe el nombre de río Osmore y al ingresar al valle de Ilo, adquiere el nombre de río Ilo, con el cual alcanza hasta desembocar al Océano Pacífico.

(Shuqing Wu, et. al. 2020, pag. 1) Especifican que los **parámetros fisicoquímicos** proporcionan una amplia información sobre las propiedades del agua y los elementos químicos que se hallan en el agua. De manera que se pueden analizar rápidamente y pueden supervisarse con frecuencia. Considerando que la **Temperatura** es un parámetro muy vital en el agua, porque suele interferir con el aumento o retraso de la actividad biológica, la aparición de sedimentos, la precipitación de composiciones, la filtración de oxígeno y la desinfección. Diversos factores, principalmente ambientales, hacen que la temperatura del agua cambie constantemente (Cutipa, Peña, & Acosta, 2019, pág. 121) De modo que el valor **del**

potencial de Hidrogeno (pH) del agua es una medida adimensional que refleja la acidez o alcalinidad del agua. Matemáticamente, es el opuesto del logaritmo de la concentración de iones de hidrógeno que presenta. El valor de pH del agua suele estar entre 6,5 y 8 (Martínez, Martínez, & Castaño, 2006), así mismo puede ser más ácido o alcalino en ciertas circunstancias, el valor de pH se caracteriza por un cambio entre 6,75 y 9,03, neutros a ligeramente alcalino. Así mismo la **conductividad eléctrica** nos permite conocer la capacidad del agua, que al dejar pasar la corriente por este medio (Custodio & Llamas, 1996, pág. 15), refleja cualitativamente la mayor o menor el número de sales y iones diluidas en el agua (Cruz, et. al. 2018). El valor de conductividad está directamente relacionado con la temperatura (la Conductividad Eléctrica incrementa en un 2% / ° C al subir la temperatura) y siempre se da con respecto a la temperatura del agua medida en el mismo lugar.

(Lampert & Sommer, 2007, pág. 27), mencionan que la presencia de **oxígeno disuelto** en el agua puede proteger la vida de todos los individuos acuáticos aerobios. La solubilidad del oxígeno disuelto en agua es relativamente grande y este dominio a presión varía de 14,6 mg / la 0 ° C a 7,0 mg / la 35 ° C a 1 atmósfera. El Oxígeno (O₂) también se ve afectado por acciones químicas, físicas y biológicas en las masas de agua; instrumentos físicos como la perturbación u otros que apoyan que la correspondencia del agua con aire favorezca la mezcla homogénea del oxígeno disuelto (Jiménez, 2000, pág. 4).

Respecto a la metodología de monitoreo de los parámetros físicos químicos está definida por R. J. N° 010-2016- Autoridad Nacional del Agua (ANA). Se detalla o desarrolla siguiendo los lineamientos presentes en este documento para muestreo de calidad de recursos hídricos superficiales. Pero también se tuvo en cuenta los estándares de calidad ambiental para agua, para determinar los parámetros que se deberían considerar en los monitoreos de los cuerpos de agua.

(MINAM, 2017 pág, 1) Establece que los **Estándares de calidad ambiental (ECA)** tiene como objetivo fijar el nivel de concentración o grado de elementos, materias o parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua. Bajo las condiciones del cuerpo destinatario y los componentes básicos del ecosistema acuático, no representará un riesgo relevante para el medio ambiente o salud hacia las personas. Las normas establecidas son aplicables a las masas de agua de la

demarcación nacional en estado natural, son de obligado cumplimiento en el diseño de leyes, reglamentos y políticas públicas, y son referencia obligatoria en el diseño y aplicación de todos los documentos de gestión ambiental.

(Carrera & Fierro, 2001, pág. 28) Mencionan que los **macroinvertebrados acuáticos** son animales pequeños que son visibles al ojo humano. Se les denominan macro porque son grandes ya que su dimensión está entre 2 mm y 30 cm), y son invertebrados porque no poseen huesos, y acuáticos porque habitan en sitios con agua dulce: ríos, arroyos lagos y lagunas. Estos organismos brindan muy buenas señales sobre la calidad del agua. Al momento de realizar monitoreos de agua, de modo que hace comprender en qué estado se encuentra el agua: ciertos de ellos exigen agua de buena calidad para subsistir; por otro lado, otras familias de macroinvertebrados aguantan, abundan y crecen cuando las aguas están contaminadas. Los invertebrados pueden habitar en lugares como lagos, aguas estancadas, pozas y charcos en hojas flotantes y en sus restos o plantas acuáticas, en troncos caídos, en el lodo o en la arena del lecho del río, bajo las piedras, donde el agua presenta más flujo. Y se reproducen en enormes porciones, se pueden hallar miles en tan solo un metro cuadrado. Por ende, son de vital importancia para la nutrición de los peces. Pueden nutrirse de plantas acuáticas, restos de algas, otros invertebrados y peces, desechos de comida en putrefacción y variables nutritivos del sedimento elementos, nutritivos del agua.

(Hanson, Springer, & Ramirez, 2010, pág. 4) señalan que los **ambientes dulceacuícolas** presentan una diferencia entre agua con flujo (ambientes lóticos) lo cual comprenden ríos y arroyos por ende las agua sin flujo (ambientes lénticos) que comprenden lagos, estanques, pantanos y agua recolectada en varios contenedores. Cabe señalar que puede haber lugares donde no haya flujo de agua (charco) en el río, por otra parte, puede haber olas generadas por el viento en el lago. Por otra parte, se encuentra una diferencia entre las masas de agua donde los microorganismos puede vivir en ambientes que ofrece categorías mínimas de nutrientes y las masas de agua con más nutrientes y alta productividad en el medio que permite alcanzar esta situación, generalmente producen mínimos niveles de oxígeno por la noche. A su vez sus primordiales características generales de los macroinvertebrados acuáticos son los rasgos que presentan, claves para que

puedan ser rápidamente clasificados e identificados en el lugar donde se haga muestreo de dichos organismos. (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008, pág. 110)






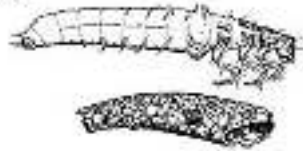





Orden de insecto	Características	Rasgos clave
<p>PLECOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: Moscas de las piedras (Familia más común: Perlidae) • Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores) • Fase indicadora: Ninfas. Muy sensibles a la contaminación. • Alimentación: Ninfas Carnívoras en los últimos instares • Hábitat: Ríos de aguas turbulentas, Lechos de grava. 	<p>Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulados. Uñas tarsales pares.</p> 
<p>EFEMEROPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: Efímeras (Familias más comunes: Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Coenidae) • Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores) • Fase indicadora: ninfas • Alimentación: ninfas herbívoras • Hábitat: ríos y lagunas 	<p>Abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible. Uñas tarsales únicas.</p> 
<p>TRICOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: Frigíneas (Familias más comunes: Hydrophilidae, Hydrobiidae, Leptoceridae) • Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores) • Fase indicadora: ninfas • Alimentación: ninfas depredadoras o herbívoras • Hábitat: ríos, aguas quietas y rápidas. 	<p>Larvas acuáticas construyen un estuche o refugio que varía según la familia.</p> 
<p>ODONATA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: Libélulas, caballitos del diablo (Familias más comunes: Libellulidae, Coenagrionidae) • Ciclo de vida: hemimetabolos (larvas acuáticas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: ninfas depredadoras • Hábitat: ríos de aguas quietas 	<p>Ojos compuestos prominentes. Branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen.</p> 
<p>COLEOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: Escarabajos (Familias más comunes: Elmidae, Psephenidae, Dytiscidae, Hydrophilidae) • Ciclo de vida: holometabolos (larvas, pupas y adultos) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: ninfas herbívoras y depredadoras • Hábitat: Amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres 	<p>Patas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran al aire con el extremo del abdomen o disponen de apéndices filamentosos (branquias).</p> 
<p>DIPTERA</p>  <p>Blephariceridae</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: moscas, mosquitos (Familias más comunes: Simuliidae, Tipulidae, Psychodidae, Dixidae, Athericidae, Blephariceridae). • Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras • Hábitat: ríos de aguas estancadas. 	<p>Larva pequeña con protuberancias a los lados del cuerpo.</p>

Figura 1. Macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua

Fuente: (Domínguez & Fernández, 2001; Mcgavin, 2002)

Entre los macroinvertebrados enumerados, solamente algunas familias referentes a los dípteros son fisiológicamente resistentes a mayores niveles de contaminación

en ambientes acuáticos, estos individuos se consideran buenos indicadores de aguas de menor calidad, ya sea en aguas estancadas o corrientes.

Orden Diptera	Características	Rasgos clave
<p>Familia Culicidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: mosquitos. • Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. • Hábitat: aguas estancadas 	<p>Larva ágada con cabeza reducida. Penachos de pelos en el tubo respirador, por lo que cuelgan de cabeza hacia abajo de la superficie para tomar aire.</p>
<p>Familia Ephydriidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: moscas, mosquitos. • Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. • Hábitat: aguas estancadas 	<p>Cuerpo alargado con propatas en la mitad del mismo y un penacho de setas en la parte posterior.</p>
<p>Familia Chironomidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: moscas, mosquitos • Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. • Hábitat: aguas estancadas y lóxicas 	<p>Cuerpo alargado, con un penacho de setas en la parte posterior.</p>
<p>Familia Psychodidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: moscas • Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. • Hábitat: aguas estancadas y lóxicas 	<p>Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo</p>
<p>Familia Siphidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común: moscas • Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores) • Fase indicadora: larvas • Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. • Hábitat: aguas estancadas y lóxicas 	<p>Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado</p>

Figura 2. Los dípteros, macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas estancadas y de baja calidad

Fuente: (McGavin, 2002; Domínguez & Fernández, 2001)

(Hellawell, 2013, pág. 45) Menciona que los índices biológicos establecen la calidad del agua en función de organismos indicadores exclusivos presentes en los

ambientes acuáticos. Por ejemplo, el índice de diversidad se justifica en cambios en las comunidades biológicas, lo que indica que cuanto mayor es la biodiversidad, mejor es la calidad del agua. Al igual que el análisis de los valores de riqueza y abundancia ayuda a determinar la situación ecológica de la zona de investigación. (Verónica Machado & Endara, 2018)

El coeficiente de **correlación de Pearson** mide la fuerza de la relación lineal entre dos variables. Si traza los valores de las variables y ajusta una línea recta entre los puntos, el coeficiente de correlación señala qué tan cerca se encuentran los puntos de la línea recta. Po ende si todos los puntos se encuentran en una línea recta, la correlación se vuelve "perfecta" y el coeficiente de correlación es igual a -1 o +1. Si no existe una relación lineal, el coeficiente de correlación se vuelve igual s cero. Esta estimación es importante, útil y ampliamente utilizada, pero la información estadística que proporciona aún es limitada (Pripp, 2019, pág. 1).

(Reyes & Florez, 2009, pág. 2) Expresan que el **Índice de diversidad de Shannon – Weaver** Representa la igualdad de las cifras de significancia del conjunto de especies de la prueba. Cuantifica el nivel de perplejidad promedio para pronosticar a qué especie corresponde un organismo seleccionado al azar de una muestra recolectada. Los organismos se seleccionan aleatoriamente de las especies manifestadas en la muestra (Moreno, 2001, pág. 43). Toma un valor entre cero (en el momento que solo hay una especie) y el logaritmo de S (en el momento que todas las especies están representadas por el mismo número de organismos) El valor del índice de Shannon-weaver se estima inferior a 1,5 se considera diversidad baja, un valor entre 1,6 y 3,0 es considerado diversidad promedia y un valor igual o superior a 3,1 se considera diversidad elevada (Tirira & Boada, 2009, pág. 6) por otra parte el **Índice de diversidad de Simpson** Mide la diversidad de una comunidad, es decir, la biodiversidad de un lugar determinado y representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de la muestra correspondan a la propia especie. Se influencia por el interés de las especies más relevantes. (Magurran, 1998)

El Biological Monitoring Working Party (**BMWP/col**) Es una metodología de evaluación de la calidad del agua simple y rápido, empleando macroinvertebrados acuáticos a manera de indicadores biológicos, estudiando a grados de hábitat y proporcionando valores cuantitativos sobre la existencia y no existencia. Según la

tolerancia de las distintas clases a la alteración orgánica, la puntuación va desde 1 a 10, siendo 10 el más susceptible 1 el más permisible (Roldán, 2016, pág. 261) Individualmente dependiente del número o el género de los organismos que se hallen, a cada familia se le asignará una puntuación. Luego, se suman las calificaciones de cada familia en el punto de muestreo para realizar el cálculo del índice y se evalúa el nivel de calidad del agua.





Tabla 1. Familias de macroinvertebrados acuáticos con el respectivo puntaje para determinar el índice (BMWP/Col)

Familia	Puntaje
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.</i>	5
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae</i>	3
<i>Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae</i>	
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae.</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Fuente: Roldán, 2016

En la siguiente tabla se manifiesta la clase de calidad del agua del índice (BMWP/Col), como efecto de la suma de los puntajes de cada familia localizada, y los divide en diferentes categorías de agua según los puntajes totales obtenidos.

Tabla 2. Índice de calidad biológica del agua - (BMWP/Col)

CLASE	CALIDAD	BMWP/Col	SIGNIFICADO	COLOR
I	BUENA	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias.	Azul 
II	ACEPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas.	Verde 
III	DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas.	Amarillo 
IV	CRÍTICA	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja 
V	MUY CRÍTICA	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo 

Fuente: Roldán, 2003

La valoración la calidad del agua se realiza habitualmente mediante análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Desde los años 50 se vino usando, la metodología de evaluación de macroinvertebrados, se ha utilizado para realizar análisis funcionales a través de este método para verificar el intercambio entre organismos con vida y ambientes con entornos abióticos, lo que demuestra que el agua natural y el agua contaminada se pueden evaluar combinando entre ambas metodologías. (Roldán, 2016, pág. 255).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este tipo de investigación es un estudio no experimental, de modo que no se realiza la manipulación de ninguna variable, lo que significa que no se hará variar de modo intencionado las variables. Porque ya sucedieron, al igual que sus efectos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es no experimental de nivel transeccional – descriptivo correlacional, ya que la investigación es efectuada sin la manipulación deliberada de las variables sino la observación de fenómenos en sus ambientes cotidianos. Es transeccional porque recaba información de los datos en un tiempo determinado. Descriptiva por que describe, registra, analiza e interpreta los datos observados en el medio ambiente de las familias de macroinvertebrados presentes y correlacional porque se relacionan a los indicadores biológicos y los principales parámetros fisicoquímicos de la cuenca baja del río Osmore llo. (Hernández et. al. 2010 pág. 155)

3.2. Variables y operacionalización

La siguiente investigación presenta dos variables (ver anexo N.º 1):

- Variable 1: Parámetros fisicoquímicos
- Variable 2: Macroinvertebrados acuáticos

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Marco Teórico	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición	Instrumento de medición
Variable 1 Parámetros Físicoquímicos	Consiste en la explicación de parámetros físicos-químicos en muestras de agua permitiendo estimar la calidad de agua como las condiciones razonables es cual está relacionada con la ecología, biología, producción economía y socio cultural para que ella mantenga un ecosistema equilibrado y determinen objetivos de calidad ambiental. (Rincón, Daza, & Castrillón, 2011)	Para poder evaluar la calidad de agua en condiciones adecuadas y presida el comportamiento del hábitat, asociados a todos los seres vivos, se desarrolla determinando en función al muestreo de los parámetros físicos, químicos por ende se hace la comparación de acuerdo con las categorías estipuladas por las normas nacionales vigentes (ECAs).	Parámetros físicoquímicos	Potencial de Hidrogeno Unid. (pH)	Numérico Razón Continua	Ficha de registro datos
				Conductividad eléctrica (µS/cm)	Numérico Razón Continua	
				Oxígeno disuelto (mg/L)	Numérico Razón Continua	
				Temperatura (C°)	Numérico Razón Continua	

Variable 2 Macroinvertebrados acuáticos	Los macroinvertebrados acuáticos son aquellos individuos visibles a que se pueden percibir a simple vista. Se les denominan macros porque son grandes (su tamaño está entre 2 mm y 30 cm), y son Invertebrados, porque no poseen esqueletos, pero son acuáticos, porque viven en los sitios de Agua dulce: ríos, barrizales, lagunas y charcales. (Carrera & Fierro, 2001)	Para determinar a los macroinvertebrados acuáticos, se realiza la colecta de las familias de macroinvertebrados en cada punto de muestreo establecido para su recolección e identificación en laboratorio, luego ser evaluados y analizados para su respectiva estimación	Biodiversidad	Índice de Shannon-Wiener	Numérico Razón Continua	Ficha de registro de monitoreo de especies de Macroinvertebrados
			Dominancia	Índice de Simpson	Numérico Razón Continua	Ficha de registro de monitoreo de especies de Macroinvertebrado.
			Valoración de calidad biológica	BMWP/col	Numérico Razón Continua	Ficha de registro de monitoreo de especies de Macroinvertebrados

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo

3.3.1 Población

Se tomó como población el área geográfica de la cuenca baja del río Osmore Ilo Moquegua, que cuenta con una longitud aproximadamente de 10.080 km, considerando los 10 puntos de muestreo dentro de ese trayecto.

3.3.2 Muestra

Se utilizaron como muestras los diez puntos de muestreo aleatorio, se realizó la toma de muestras en frascos plásticos de 500 Mililitros de capacidad para las muestras de macroinvertebrados y para los parámetros fisicoquímicos se tomó muestra de cada punto de monitoreo del sector en la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua,

3.3.3 Muestreo

Como tipo de muestreo utilizado en esta investigación se tomó el muestreo aleatorio, porque se utilizan muestras homogéneas y tienen las mismas características, por lo tanto, se pueden comparar con otras investigaciones.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Como técnica de la compilación de la base de datos se adoptó por el método de observación directa para registrar la información sobre los parámetros fisicoquímicos, familias de macroinvertebrados y datos cuantitativos de cada punto de muestreo.

3.4.2 Instrumentos

Para lograr los antecedentes apropiados y conseguir el desarrollo de la misma se utilizaron:

- Fichas de campo: Donde se registraron los parámetros fisicoquímicos y coordenadas en cada punto de monitoreo.

- Lista de chequeo: En el cual se hace detalle la relación de los materiales, equipos, instrumentos, implementos, etc.
- Equipos como Multiparámetro y GPS con lo que se registraron los datos en campos y fueron llevados al laboratorio de la UNAM para contrastar las lecturas de cada equipo utilizado.
- Cadenas de custodia: En el que se registraron los datos y puntos de las muestras de macroinvertebrados con que ingresaron al laboratorio en la ciudad de Lima.

3.4.3 Validez

Las herramientas de este trabajo de investigación han sido confirmadas por profesionales de experiencia y expertos en el tema en sus conocimientos, cuya tarea es verificar, comprobar la relación entre los indicadores junto a sus variables y la metodología del estudio, los profesionales en mención son: Mg. Herrera Díaz, Marco Antonio y Mg. José Antonio Valeriano Zapana los que dieron su aprobación a los instrumentos de recolección de datos para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

3.4.4 Confiabilidad

No es necesario considerar el desempeño de confiabilidad, porque se ha considerado el juicio de expertos en la materia, especialmente el juicio de los profesionales a cargo del análisis del laboratorio acreditado por la Institución de calidad (INACAL) y el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de la ciudad de Ilo.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Ubicación

La investigación fue realizada en la zona de la cuenca baja del río Osmore, Provincia de Ilo y distritos que comprenden El Algarrobal y Pacocha desde el primer punto de monitoreo con una altitud de 5 m.s.n.m hasta los 102 m.s.n.m como último punto de monitoreo.

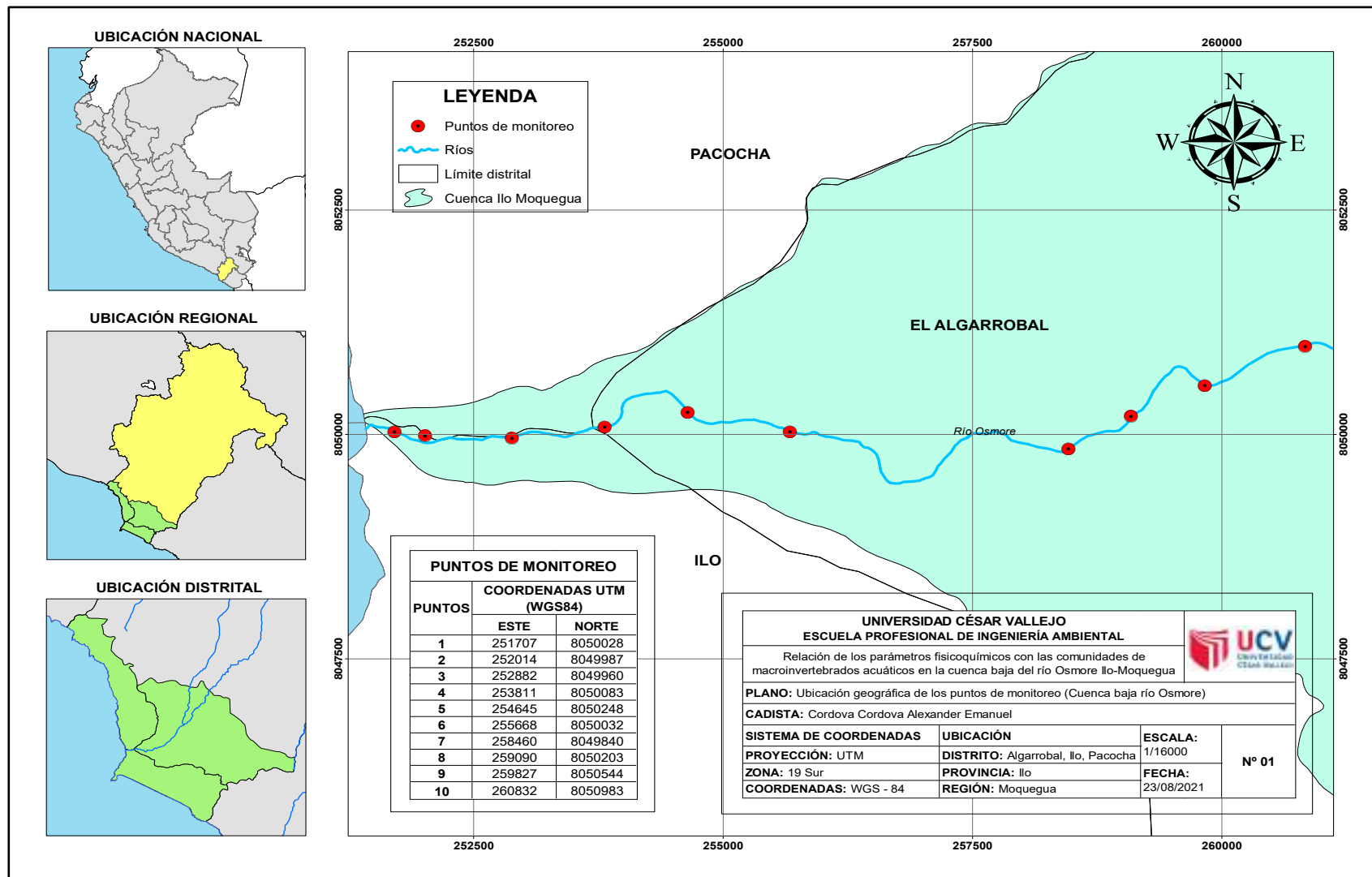


Figura 3. Ubicación geográfica del área determinada de los puntos de monitoreo en la (Cuenca baja río Osmore)

Para efectuar el informe de investigación, se siguió la secuencia con los siguientes periodos.

Periodo 01: Gabinete inicial gestión y elaboración de instrumentos

Se organizo de la siguiente manera:

- Se recabo información de fuentes bibliográficas.
- Se elaboro las fichas de campo y otros instrumentos a usar.
- Se cotizo los materiales e instrumentos que van a usar en el muestreo.
- Coordinación con el laboratorio acreditado por INACAL de la ciudad de Lima y el laboratorio de la UNAM Ilo.
- Se planifico el día del monitoreo y salida a campo.
- Reconocimiento de la zona de estudio y puntos establecidos.

Periodo 02: Etapa de campo y laboratorio

- Se identifico de los puntos de muestreo con el GPS previamente.
- Se tomo las muestras en cada punto establecido comenzando desde el primer punto aguas abajo hacia arriba del río Osmore donde se midieron los parámetros fisicoquímicos de campo con el multiparámetro, siguiendo rigurosamente el protocolo nacional para monitoreo de calidad de agua superficial (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016)
- Se tomo las muestras de macroinvertebrados acuáticos con una Red tipo D-net, se envasó en frascos de 500 ml y se preservó con alcohol al 70 %. siguiendo estrictamente las metodologías del guía de Métodos de colecta de macroinvertebrados en aguas continentales del Perú (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014).

Tabla 4. *Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de los parámetros fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos*

Nº	Puntos de monitoreo	Coordenadas UTM (WGS84)		Elevación (m.s.n.m)
		Este/Oeste	Norte/Sur	
1	Punto 1	251707	8050028	5 m.sn.m
2	Punto 2	252014	8049987	7 m.sn.m
3	Punto 3	252882	8049960	15 m.sn.m

4	Punto 4	253811	8050083	22 m.sn.m
5	Punto 5	254645	8050248	23 m.sn.m
6	Punto 6	255668	8050032	35 m.sn.m
7	Punto 7	258460	8049840	70 m.sn.m
8	Punto 8	259090	8050203	81 m.sn.m
9	Punto 9	259827	8050544	94 m.sn.m
10	Punto 10	260832	8050983	102 m.sn.m

- Se realizó el transporte del material con las respectivas cadenas de frío.
- Se rotuló, envasó, preservó y se hizo la limpieza del cooler conteniendo las muestras.
- Se efectuó el llenado de la cadena de custodia para los macroinvertebrados.
- Una vez concluido toda la jornada de monitoreo se llevó el equipo de monitoreo como el multiparámetro marca HANNA instrument model HI98194 al laboratorio de la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM) para su respectivo contraste de lecturas en campo, de igual manera se remitió el envío terrestre de las muestras de macroinvertebrados a la ciudad de Lima para el correspondiente análisis en el laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Periodo 03: Gabinete

- Procesamiento, análisis e interpretación los datos recopilados en campo y laboratorio y durante toda la investigación.
- Comparación de los resultados de cada parámetro fisicoquímico evaluado con los (ECAs) establecidos por el D.S. N° 004-2017 (MINAM).
- Estimación de los índices biológicos a través de los resultados de las familias de macroinvertebrados.
- Elaboración de tablas, gráficos y el informe final.
- Sustentación y deliberación del informe de investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se utilizó los programas de procesamiento de datos conforme al tratamiento estadístico de los datos obtenidos en campo y en el laboratorio. Por ejemplo, la utilización del Software: Microsoft Office Excel Profesional Plus 2019 ya que los datos se procesaron mediante estadística descriptiva a través de tablas y gráficos, y para el análisis estadístico la correlación de Pearson y para la prueba de normalidad Shapiro-Wilk con el programa SPSS 24 y Minitab 19.

3.7. Aspectos éticos

En el desarrollo de la investigación se consideró respetando el código de ética de la universidad, cumpliendo los estándares científicos, de responsabilidad y honestidad, siguiendo el Manual ISO 690, las guías y normas que proporciona la universidad para contar con un estudio de excelencia y calidad. Así como la presentación de las teorías concernientes a la tema, absolutamente citadas, autores en el ámbito internacional y nacional, respetando estrictamente la autenticidad de los autores descritos. Por lo tanto, esta investigación obtendrá resultados reales, ya que, al finalizar la investigación su metodología, entre ellos los procesos, análisis y resultados de la relación de los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos y sus comunidades en el río Osmore Ilo, Moquegua que serán publicados y revelados al público mediante el repositorio de la Universidad César Vallejo. En consecuencia, los estándares de autenticidad, autonomía y legitimidad se aplican en el desarrollo y finalización del informe de investigación científica.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar la calidad de agua con los principales parámetros fisicoquímicos de los distintos puntos de muestreo en la cuenca baja del río Osmore.

Los resultados de la investigación se presentan en forma de tablas y / o gráficos, y estos cuadros y / o gráficos se explicarán en consideración de los antecedentes considerados.

Los principales parámetros físicos químicos determinados fueron el pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, que se muestran en las figuras 4, 5, 6, y 7 se procesan de acuerdo con los resultados mostrados en las Tablas 5, 6, 7 y 8 que corresponden a las características del agua en la cuenca aguas abajo del río Osmore, Ilo-Moquegua; Estos valores se obtuvieron durante el seguimiento del monitoreo antes mencionado a lo largo de los 10 puntos establecidos en todo el trayecto del río. Entre ellos, el primer punto se localizó a 200 metros del puente Pacocha, y el resto de ubicaciones se tomó al azar.

Tabla 5. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) del agua de la cuenca baja del río Osmore

Potencial de Hidrógeno (Unidad de pH)										
P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	ECA
8.5	8.49	7.97	8.5	8.45	8.4	8.52	8.45	8.46	8.4	8.5 8.4

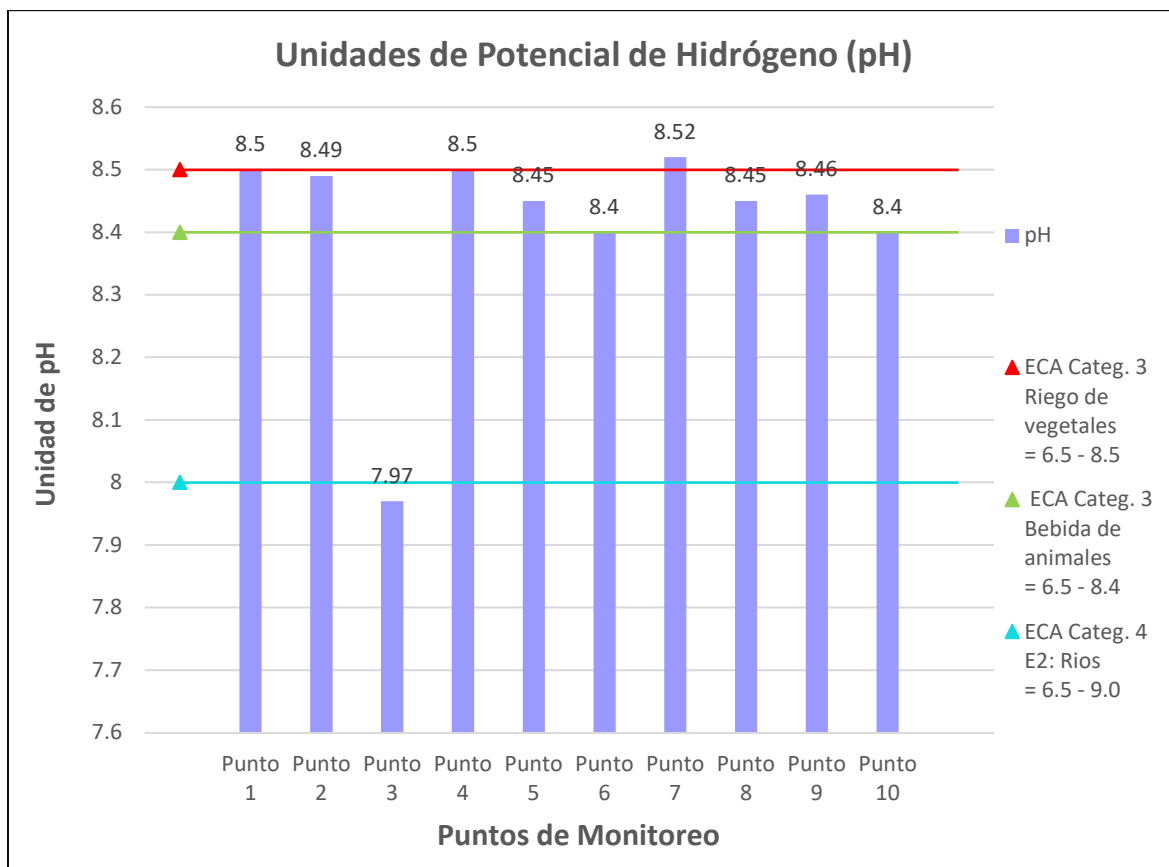


Figura 4. Valores de pH del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs

Puede verse en la Figura 5 los valores del parámetro de pH de los puntos de monitoreo ubicados en el tramo inferior de la cuenca del río Osmore que el punto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10 se encuentran en el rango del valor de especificación (6.5 – 8.5) excepto del punto 9 que sobrepasa con un valor de 8.52 según el D. S. 004 del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) correspondiente a la categoría 3: (Riego de vegetales). Con respecto a los puntos 3 y 5 se encuentran por debajo del rango establecido (6.5 – 8.4) y los puntos 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9 y 10 sobrepasan el valor de especificación de la categoría 3: (Bebida de animales) Y finalmente para el punto 3 se encuentra dentro del rango establecido (6.5 – 9.0) con excepción de los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 que sobrepasan el valor de especificación teniendo el máximo valor de 8.52 del punto 7 correspondientes a la Categoría 4: (Conservación del ambiente acuático) sub categoría E2 (Ríos de la costa y sierra).

Tabla 6. Valores de la Conductividad Eléctrica del agua de la cuenca baja del río Osmore

Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)										
P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	ECA
8.5	8.49	7.97	8.5	8.45	8.4	8.52	8.45	8.46	8.4	8.5 8.4

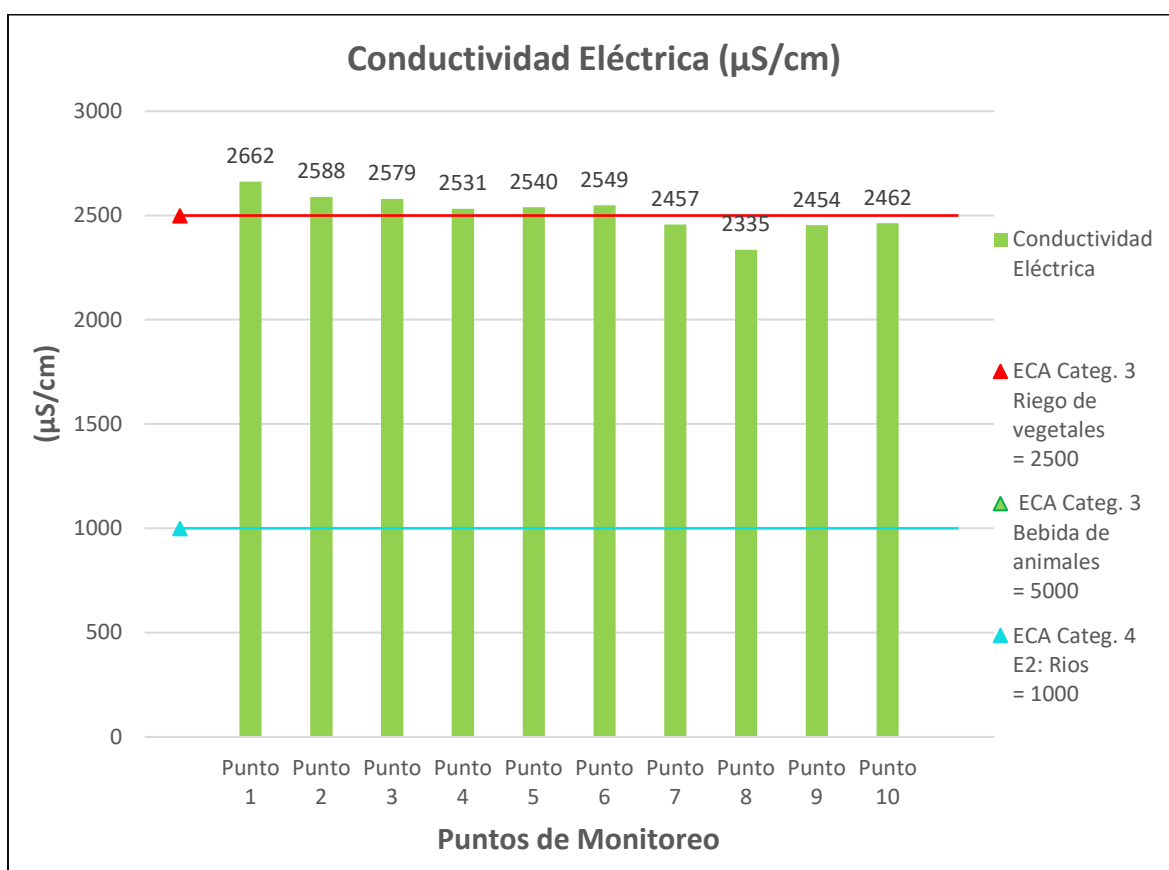


Figura 5. Valores de Conductividad Eléctrica del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs

Puede verse en la Figura 6 los valores de la Conductividad Eléctrica del agua de los diez puntos de monitoreo ubicados en el tramo inferior de la cuenca del río Osmore que sobrepasan el rango del valor de especificación ($1000 \mu\text{S/cm}$) según el D. S. 004 del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) correspondiente a la categoría la Categoría 4: (Conservación del ambiente acuático), sub categoría E2 (Ríos de la costa y sierra). Y para los valores numéricos de los puntos de monitoreo 1, 2, 3, 4, 5, 6 sobrepasan los valores de los ECAs correspondiente a la categoría

3: (Riego de vegetales) excepto los puntos 7, 8, 9, 10 que están por debajo del rango establecido.

Tabla 7. Valores de la Temperatura del agua de la cuenca baja del río Osmore

Temperatura (°C)										
P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	ECA
22.55	23.04	23.23	24.69	24.65	24.79	24.93	23.39	23.39	23.1	24.48

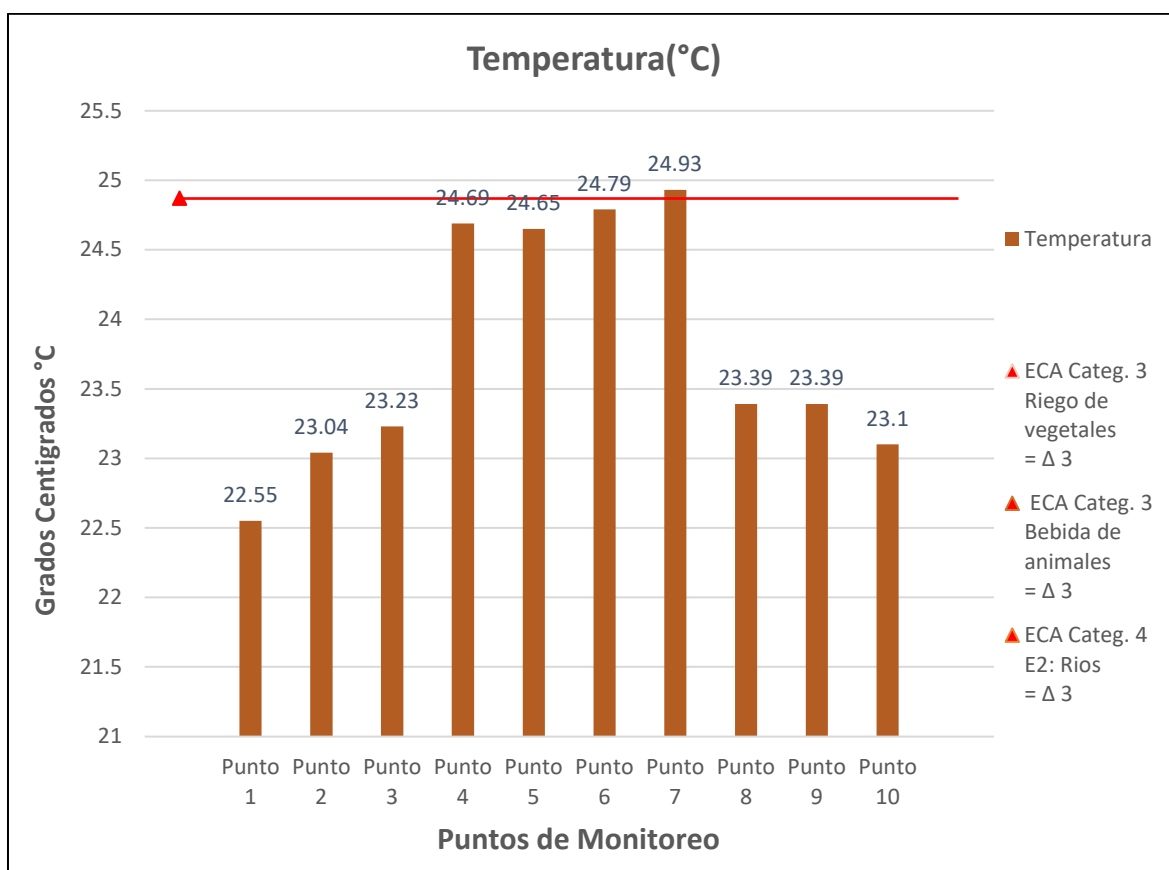


Figura 6. Valores de Temperatura del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs

En la Figura 7 se observa los valores de la Temperatura del agua en los diez puntos de monitoreo ubicados en el tramo inferior de la cuenca del río Osmore, el rango del valor de especificación de la temperatura multianual que se consideró en la zona fue de (24.48 °C) según el D. S. 004 del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) por lo tanto el punto 7 fue el único que sobrepasa el límite establecido con un valor de 24.93 °C correspondiente a las tres categorías la Categoría 4:

(Conservación del ambiente acuático), sub categoría E2 (Ríos de la costa y sierra). Y la categoría 3: (Riego de vegetales) con excepción de los puntos 1 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 10 que están por debajo del rango establecido.

Tabla 8. Valores del Oxígeno Disuelto del agua de la cuenca baja del río Osmore

Oxígeno Disuelto (ml/L)										
P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	ECA
0.33	1.17	2.21	4.54	4.72	4.42	4.98	4.94	5.29	5.54	≥ 4 ≥ 5

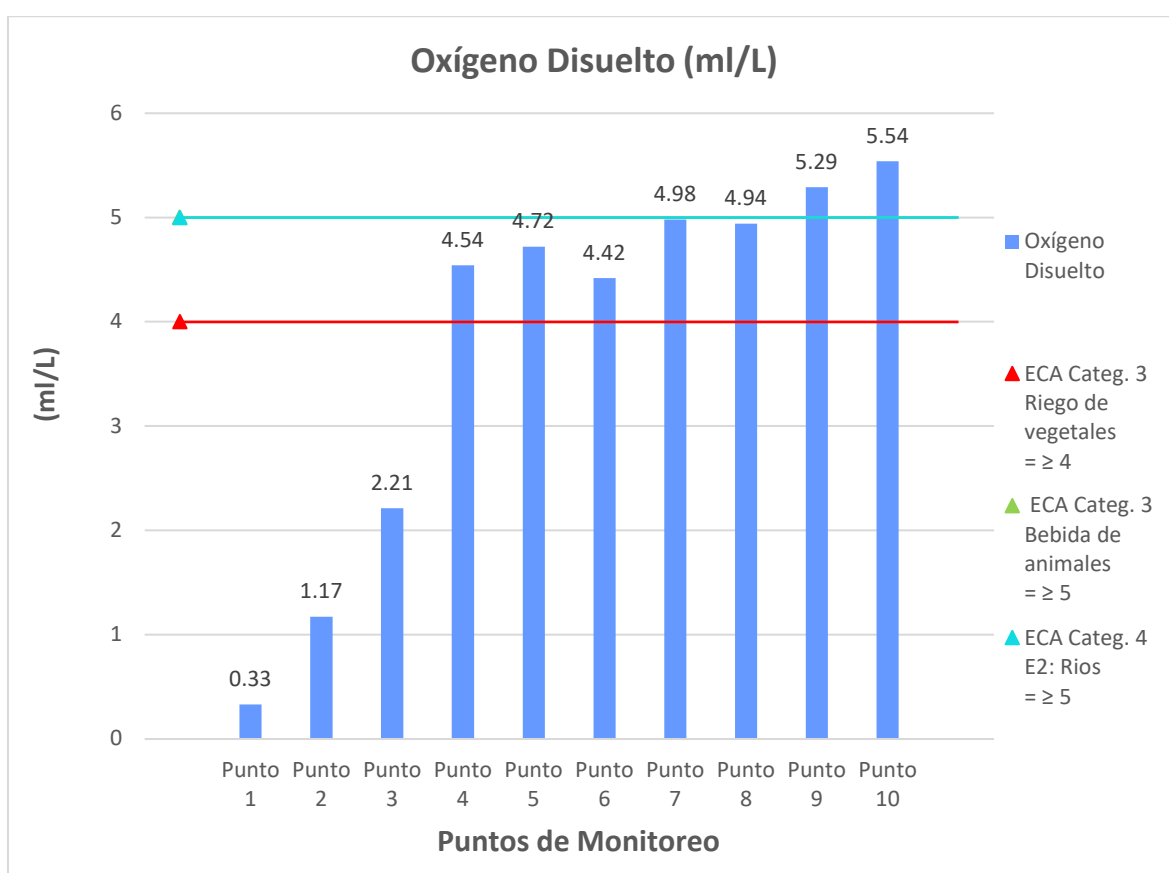


Figura 7. Valores del Oxígeno Disuelto del agua en los diez puntos de monitoreo de la cuenca baja del río Osmore en comparación con los ECAs

En la Figura 7 se observa los valores del Oxígeno Disuelto del agua en los diez puntos de monitoreo ubicados en el tramo inferior de la cuenca del río Osmore, los puntos 1, 2 y 3 son inferiores a los rangos (≥ 4 ml/L) para la Categoría 3: (riego de vegetales y bebida de animales) y los puntos 4, 5, 6, 7, 8 son inferiores a ($5 \geq$ ml/L)

con excepción de los puntos 9 y 10 que indica los valores debe de estar por arriba del límite establecido correspondiente a la Categoría 4: (Conservación del ambiente acuático) sub categoría E2 (Ríos de la costa) según el D.S. 004 del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017).

4.2. Estimar la biodiversidad, dominancia, y la valoración biológica de los macroinvertebrados en la cuenca baja del río Osmore.

a) Composición de las comunidades de Macroinvertebrados acuáticos

Se recolectaron un total de 24463 organismos de macroinvertebrados de los diez puntos de muestreo en la cuenca baja del río Osmore, distribuidos en 15 familias y 9 órdenes. A nivel familiar, los más comunes fueron *Simuliidae* con (14659 individuos), *Chironomidae* con (7254 individuos), *Baetidae* con (1249 individuos) y las familias con la mínima representatividad fueron las familias (*Ceratopogonidae*, *Glossiphoniidae*, *Hydrophilidae*, *Stratiomyidae*, *Thiaridae* y *Veliidae*) teniendo valores inferiores a (n<7).

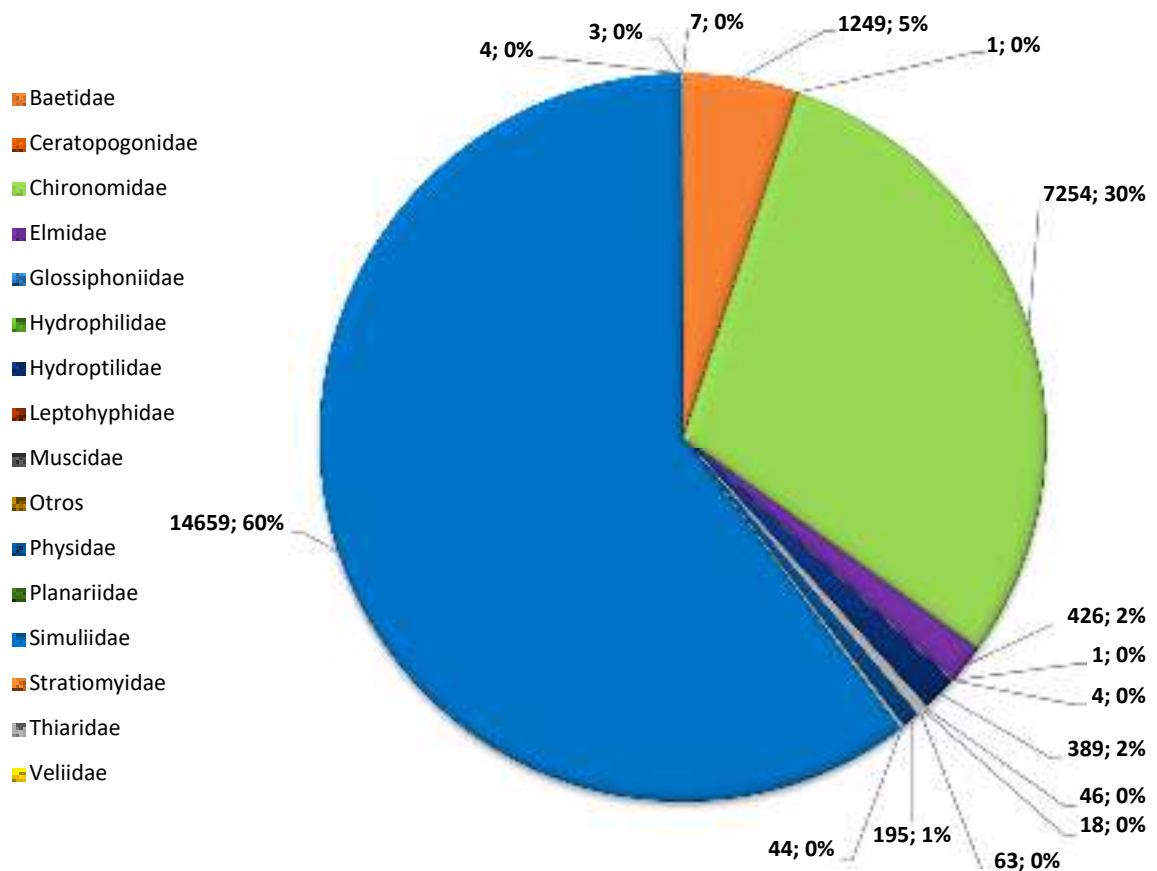


Figura 8. Composición, de especies y abundancia de los macroinvertebrados

b) Número de especies por estaciones de muestreo

En la Figura número 8, se muestra el número de especies por punto de muestreo. El punto "P-6" es la que presenta mayor número de especies (n=15) que representa el 12%, seguido de los puntos "P-1 con n=13 especies, P-2 con n=12 especies, P-3 con n=13 especies, P-5 con n=13 especies, P-7 con n=13 especies, P-8 con n=12 especies y P-9 con n=12 especies" los 7 puntos representando cada uno con el 10 % y para los puntos "P-4 con n=11 especies y el P-10 con n=11 especies" son los que presentan el menor número de especies ambos con el 9 % del total de especies encontradas.



Figura 9. Cantidad, de especies identificadas por cada punto de muestreo

c) Número de especies por familia

En la Figura 10 se muestran el número de especies por familia presente en los diez puntos de muestreo. La familia *Chironomidae* (n=5) es la que presenta mayor número de especies, seguido de la familia *Veliidae* (n=2), Y las demás familias muestran un menor número de especies a dos (n<2): como las familias *Baetidae*, *Ceratopogonidae*, *Elmidae*, *Glossiphoniidae*, *Hydrophilidae*, *Hydroptilidae*,

Leptohyphidae, Muscidae, Physidae, Planariidae, Simuliidae, Stratiomyidae, Thiaridae.



Figura 10. Número de especies por familia en los diez puntos de muestreo

d) Índice de Diversidad Shannon - Wiener (H)

En la tabla 9 y Figura 11, se muestran los índices de diversidad de Shannon (H) para los 10 puntos de muestreo. El punto "P-2" presenta un mayor índice de diversidad de Shannon (Shannon $H=1.789$), sin embargo, los puntos "P-1", "P-5", "P-6", "P-7", "P-8", "P-9", "P-10" presentan un Índice de diversidad de Shannon que fluctúan desde ($H=1.473$ hasta 1.72). Y los puntos "P-3" y "P-4" muestran un menor índice de Shannon ($H=1.005$ y $H=0.9918$).

Tabla 9. Índice de diversidad de Shannon (H) presentes en los diez puntos de muestreo de la cuenca baja del río Osmore

Puntos	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Shannon H	1.473	1.789	1.005	0.9918	1.574	1.607	1.533	1.655	1.657	1.72

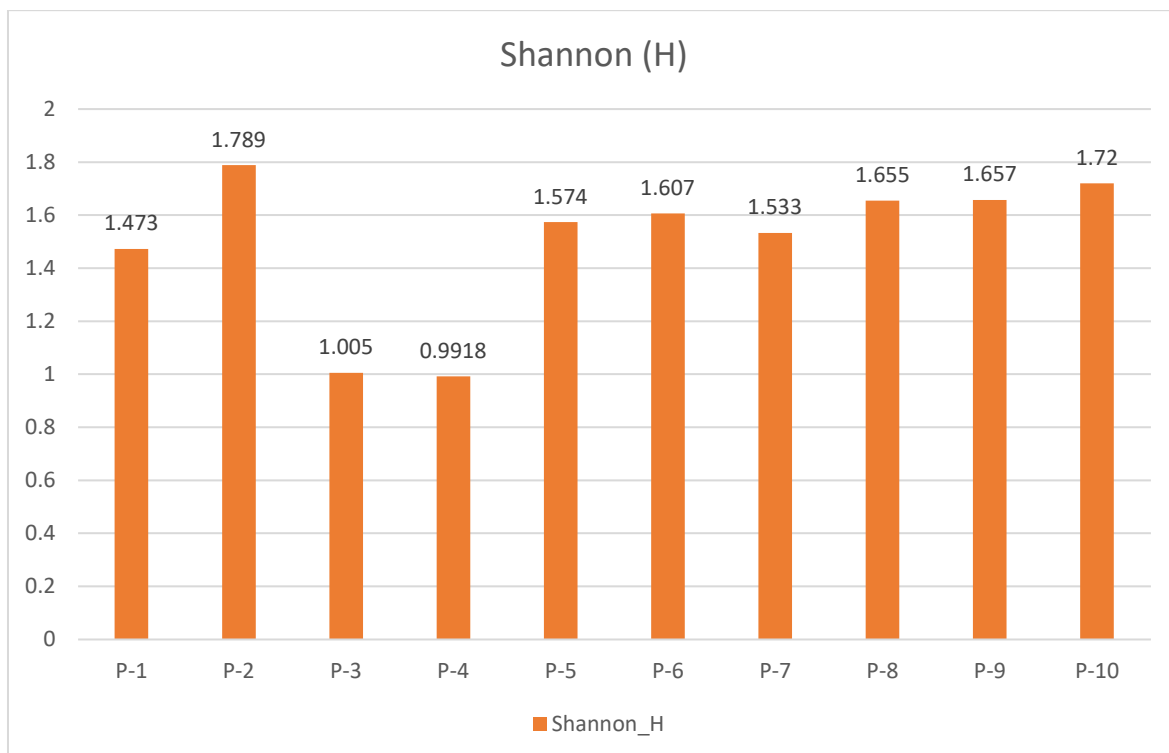


Figura 11. Índice de Diversidad de Shannon (H), presentes en los diez puntos de muestreo. Por lo tanto, para los 10 puntos de muestreo analizados en la cuenca baja del río Osmore respecto a la figura 11 se puede interpretar que se tienen valores menores a 2 lo que indica que se tiene una baja diversidad de especies de macroinvertebrados analizados.

e) Índice el índice de Dominancia Simpson

Con relación al Índice de Dominancia de Simpson se logró identificar y mostrar cuántas especies dominan la muestra por punto, en el punto “P-2” presenta un mayor índice (Simpson =0.811.), pero en los puntos “P-3” y “P-4” presentan un menor (índice de Simpson = 0.423 y 0.418) y finalmente los puntos “P-1”, “P-5”, “P-6”, “P-7”, “P-8”, “P-9”, “P-10” fluctúan los índices de (Simpson =0.665 y 0.7907).

Tabla 10. Índice de diversidad de Simpson (D) presentes en los diez puntos de muestreo de la cuenca baja del río Osmore

Puntos	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Simpson	0.681	0.811	0.423	0.418	0.691	0.665	0.697	0.721	0.761	0.791

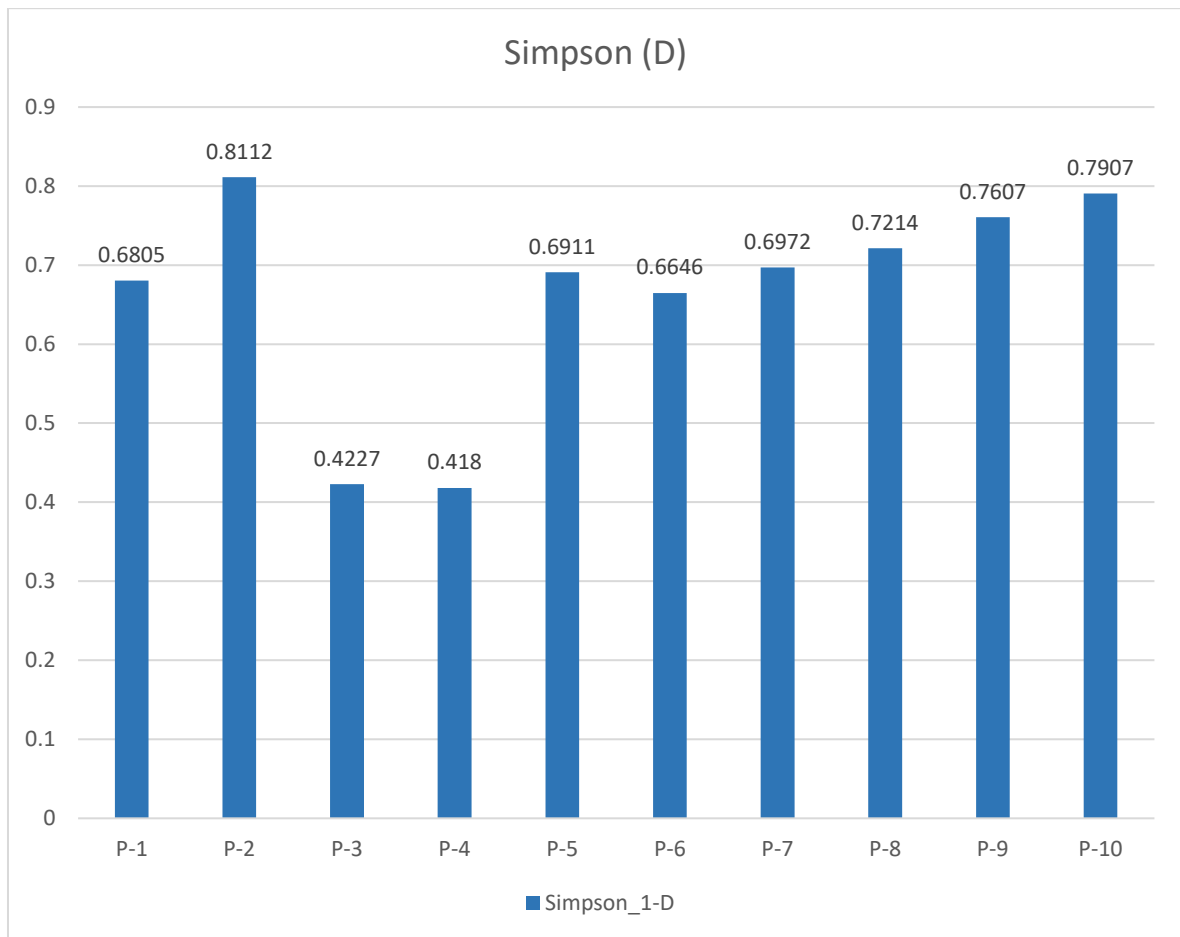


Figura 12. Índice de Diversidad de Simpson (D), presentes en los diez puntos de muestreo

Por lo tanto, para los 10 puntos de muestreo analizados en la cuenca baja del río Osmore respecto a la figura 12 se puede interpretar que se tienen valores menores a 0.5 lo que indica que no hay una especie de macroinvertebrado que domine de macroinvertebrados analizados.

f) Valoración biológica, Cálculo del índice (BMWP/col)

Se determino el índice de calidad del agua del río Osmore en función a los macroinvertebrados acuáticos capturados en los diez puntos de monitoreo.

Tabla 11. Puntajes por cada familia de macroinvertebrados en los diez puntos de la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua

Clase	Orden	Familia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Clitellata	Hirudinida	Glossiphoniidae										3	
Insecta	Coleoptera	Elmidae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		Hydrophilidae							3	3		3	
	Diptera	Ceratopogonidae		3									
		Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Muscidae	2		2		2	2	2			2	
		Simuliidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Stratiomyidae			4					4			
	Ephemeroptera	Baetidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
		Leptohyphidae	7	7	7		7	7			7	7	7
	Hemiptera	Veliidae				8		8	8			8	8
Trichoptera	Hydroptilidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3	0	3		3	3	3	3	3		
	Caenogastropoda	Thiaridae						5					
Trepaxonemata	Neophora	Planariidae						7	7	7		7	
Índice biótico BMWP/col			42	40	46	38	42	62	57	50	50	58	

Fuente: Elaboración propia

En los 10 puntos de muestreo se identificaron 15 familias y se asignó el puntaje correspondiente por cada familia según la (Tabla N.º 1) y se obtuvo como puntaje total. En función a las puntuaciones totales obtenidos cada punto de muestreo, empleando el método de Roldán, se determinó conforme a la (Tabla N.º 2) la correspondencia a los puntos 1,2,3,4,5,7,8,9 y 10 la clase III calidad dudosa, lo que significa que son aguas moderadamente contaminadas y son representadas con el color amarillo. Excepto el punto 6 que se dio la correspondencia a la clase II Aceptable lo que expresa que son aguas ligeramente contaminadas y está representada con el color verde.

Tabla 12. Valores obtenidos del índice biótico BMWP/col, en los 10 punto de la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua

Punto de muestreo	Valores del Índice Biótico BMWP/col	Color	Calidad Biológica	Calificación
Punto 1	42	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 2	40	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 3	46	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 4	38	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 5	42	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 6	62	●	Aceptable	Aguas moderadamente contaminadas.
Punto 7	57	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 8	50	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 9	50	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas
Punto 10	58	●	Dudosa	Aguas ligeramente contaminadas

Fuente: Elaboración propia

Respecto al Índice biótico según evidencia biológica, la calidad del agua de la cuenca baja del río Osmore fluctúa entre calidad dudosa y aceptable; Los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, tienen los valores bajos del índice biológico BMWP / col lo que corresponde una calidad biológica dudosa; sin embargo, la calidad biológica del punto de muestreo 6 presenta mayor índice biológico por ende presenta una calidad biológica aceptable.

4.3. Establecer la relación entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos.

a) Prueba de normalidad para los parámetros fisicoquímicos y comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Para determinar la prueba de los parámetros fisicoquímicos y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se avaluó de la siguiente manera si los valores continúan con una distribución normal se empleó la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk que es recomendable para números de datos <50. comenzando de las siguientes suposiciones:

- Ho=Los datos analizados en la cuenca baja del río Osmore siguen una distribución Normal.
- H1= Los datos analizados en la cuenca baja del río Osmore no siguen una distribución Normal.

En la Tabla 13 se muestra la significancia estadística (sig. asintótica Bilateral) para las variables pH, Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, temperatura, BMWP, Shannon y Simpson, es mayor de 0.05 ($p > 0.05$) por ende, se concluye aceptar la Ho en efecto, lograremos aplicar pruebas paramétricas para el contraste estadístico es decir la Correlación de Pearson.

Tabla 13. Prueba de normalidad para los parámetros fisicoquímicos y la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de la cuenca baja del río Osmore

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Shannon	0.116	10	0.200*	0.985	10	0.985*
Simpson	0.114	10	0.200*	0.983	10	0.980*
BMWP	0.183	10	0.200*	0.929	10	0.439*
pH	0.126	10	0.200*	0.956	10	0.738*
OD	0.075	10	0.200*	0.989	10	0.996*
Conductividad	0.166	10	0.200*	0.959	10	0.778*
Temperatura	0.269	10	0.039	0.855	10	0.067*

Fuente: Elaboración propia

*Valores $p > 0.05$ Aceptamos la Hipótesis Nula; **Valores $p < 0.05$ Rechazamos la Hipótesis Nula de manera significativa; ***valores $p < 0.01$ Rechazamos la Hipótesis Nula de manera altamente Significativa

b) Análisis de Correlación de Pearson

Una vez determinado las variables si continúan con una distribución normal procedió a realizar la correlación de Pearson entre los valores numéricos de los parámetros fisicoquímicos y las comunidades de Macroinvertebrados acuáticos se planteó los siguientes supuestos:

- Ho= No existe relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore.
- H1= Existe relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore.

Los resultados de la Tabla 14 evidencian que la correlación de Pearson entre el Índice de diversidad de Shannon y el índice de dominancia de Simpson es de 0.931 lo que indica que existe una relación muy alta entre las variables. La correlación de Pearson entre el Índice de diversidad de Shannon con el Índice de la valoración biológica (BMWP/col) es 0.560 y entre el índice de diversidad de Simpson con la valoración biológica (BMWP/col) es 0.698 lo que muestra que existe una relación moderada entre ambas variables.

Tabla 14. Análisis de correlación Pearson entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore

	Shannon	Simpson	BMWP	pH	OD	Conductividad
Simpson	0.931					
BMWP/col	0.560	0.698				
pH	-0.268	-0.319	-0.689			
OD	0.173	0.103	0.054	- 0.162		
Conductividad	-0.638	-0.616	-0.433	0.322	- 0.517	
Temperatura	-0.045	-0.021	0.245	- 0.336	0.510	-0.187

Fuente: Elaboración propia

*R= ±0.01 a ±0.19 Correlación Muy Baja. R= ±0.20 a ±0.39 Correlación Baja. R= ±0.40 a ±0.69 Correlación Moderada. R= ±0.70 a ±0.89 Correlación Alta. R= ±0.90 a ±0.99 Correlación Muy Alta. +1 Perfecta Positiva. -1 Perfecta Negativa. 0 correlación Nula

En la Figura 13, se muestran que los valores p para la correlación entre el Índice de diversidad de Shannon con Simpson, el pH, Temperatura (°C), con la valoración biológica (BMWP/col), el Oxígeno Disuelto (OD) son mayores que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los coeficientes de correlación no son significativos. Con excepción entre la correlación del Índice de diversidad de Shannon con la Conductividad Eléctrica (CE) que son menores al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los coeficientes de correlación si son significativos.

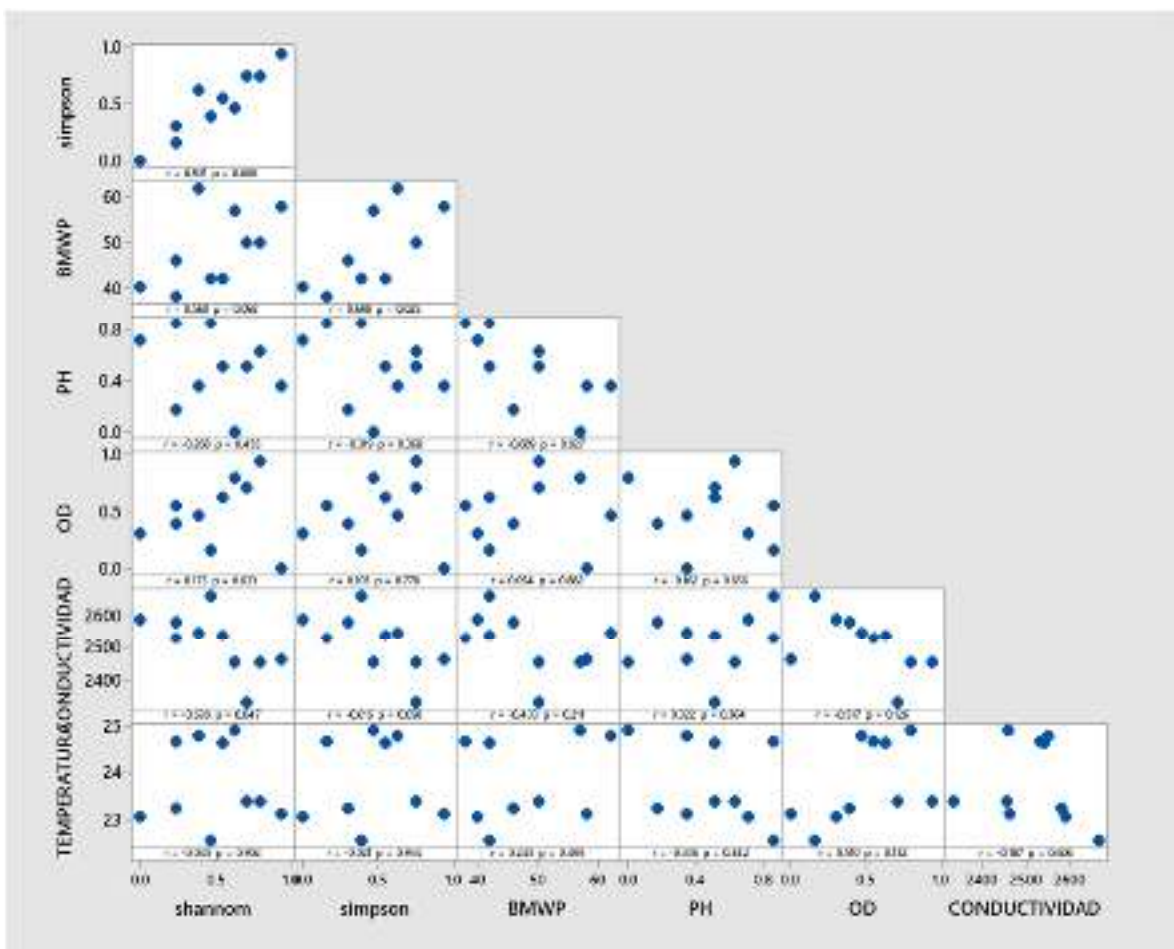


Figura 13. Correlación de Pearson entre el índice de diversidad de Shannon y Simpson con BMWP/col, pH, OD, CE, y °C

Fuente: Elaboración propia

*R= ±0.01 a ±0.19 Correlación Muy Baja. R= ±0.20 a ±0.39 Correlación Baja. R= ±0.40 a ±0.69 Correlación Moderada. R= ±0.70 a ±0.89 Correlación Alta. R= ±0.90 a ±0.99 Correlación Muy Alta. +1 Perfecta Positiva. -1 Perfecta Negativa. 0 correlación Nula. $p < 0.05$ = Correlación significativa; $p < 0.01$ = Correlación altamente significativo.

Tabla 15. Correlación de Pearson entre los parámetros fisicoquímicos con la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore

Parámetros Fisicoquímicos	Comunidad de Macroinvertebrados	Correlación (R)	IC de 95% para ρ	Valor p
pH	Shannon	-0.268	(-0.768; 0.435)	0.455
OD	Shannon	0.173	(-0.513; 0.724)	0.633
Conductividad	Shannon	-0.638	(-0.904; -0.014)	0.047*
Temperatura	Shannon	-0.045	(-0.656; 0.602)	0.902
pH	Simpson	-0.319	(-0.790; 0.388)	0.368
OD	Simpson	0.103	(-0.563; 0.688)	0.778
Conductividad	Simpson	-0.616	(-0.897; 0.022)	0.058
Temperatura	Simpson	-0.021	(-0.642; 0.617)	0.954
pH	BMWP	-0.689	(-0.920; -0.106)	0.027*
OD	BMWP	0.054	(-0.596; 0.661)	0.882
Conductividad	BMWP	-0.433	(-0.835; 0.270)	0.211
Temperatura	BMWP	0.245	(-0.455; 0.758)	0.495

Fuente: Elaboración propia

*R= ± 0.01 a ± 0.19 Correlación Muy Baja. R= ± 0.20 a ± 0.39 Correlación Baja. R= ± 0.40 a ± 0.69 Correlación Moderada. R= ± 0.70 a ± 0.89 Correlación Alta. R= ± 0.90 a ± 0.99 Correlación Muy Alta. +1 Perfecta Positiva. -1 Perfecta Negativa. 0 correlación Nula. $p < 0.05$ = Correlación significativa; $p < 0.01$ = Correlación altamente significativo/se rechaza la hipótesis nula.

Los resultados de la tabla 15, muestran un resultado general entre los Parámetros Fisicoquímicos con el tratamiento de datos de las comunidades de Macroinvertebrados acuáticos tomando en cuenta los valores p para cada correlación entonces; para la correlación entre la Conductividad Eléctrica (CE) con el Índice de diversidad de Shannon y el pH con valoración biológica (BMWP/col) presentan los valores p menores al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los coeficientes de correlación son significativos. En cuanto a las demás variables de correlaciones entre los Parámetros Fisicoquímicos con los tratamientos de datos de las comunidades de Macroinvertebrados presentan valores mayores que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los coeficientes de correlación no son significativos.

V. DISCUSIÓN

La bibliografía científica evidencia que los factores físicos y químicos del ambiente acuático, como la conductividad, pH, el oxígeno disuelto y la temperatura, determinan los parámetros de distribución y composición de los macroinvertebrados, y son también los parámetros más sensibles de los organismos a los cambios (Burdshall, 2020; Janssen, 2021; Kumari, 2020).

La media del oxígeno disuelto para los 10 puntos de monitoreo fue de 5.29 ± 1.67 mg / l, ligeramente superior al ECA de la Organización Mundial de la Salud de 5 mg / l (Organización Mundial de la Salud, 2006). Así como el ECA del Decreto Supremo 004-2017-MINAM (Categoría 4: Conservación del ambiente acuático y Subcategoría E2: Ríos de la costa, sierra y selva ≥ 5 mg / l). Este ligero incremento de OD se atribuye al rápido flujo de agua y a la aireación del agua por macrófitos que reponen constantemente el contenido de oxígeno del agua (punto 9 y 10 ver figura 4). Además, las estaciones de estudio cuentan con grandes superficies exponiéndolas a aire y luz solar constantes, así como a una abundancia de escombros que favorecieron las actividades fotosintéticas de los macrófitos (Obot, 2014; Onyenaab, 2021). Una variable abiótica más relacionada con la topografía, como el tamaño de la superficie de los ríos es la altitud, parece ser más importante que las variables fisicoquímicas para definir los tipos de ríos y predecir la composición de invertebrados (Pero et al. 2020) esto fue corroborado en el presente estudio que a mayor altitud mayor diversidad de macroinvertebrados (5 – 92 msnm). Las características hidrológicas, hidromorfológicas (geomorfología) y tamaño de grano de los sedimentos de un río son variables que están relacionadas principalmente con la pendiente del tramo (Díaz, 2019; Su, 2019).

Para los puntos 1 – 8 presentan valores de OD menores a < 5 mg / l. Esto podría deberse a las actividades humanas que tienen impactos profundos en las comunidades acuáticas, sin importar los aspectos taxonómicos y funcionales (Chi, 2018; Jiang, 2021). Además de las actividades humanas, los factores naturales también pueden provocar cambios en las comunidades de macroinvertebrados. Varios estudios han demostrado que, durante la estación seca, la disminución del flujo de agua conduce a una disminución de la superficie del agua y reacciones en cadena en las variables fisicoquímicas que afectan la supervivencia de los

macroinvertebrados (Kalogianni et al. 2017). En épocas de lluvia la corriente de la inundación, la velocidad rápida redistribuye los materiales del sustrato (de arena a cantos rodados), el lecho del río rastrearía, movería detritos, enganches y cambiaría el canal en sí (Su et al. 2019), lo que resulta en cambios en la composición de macroinvertebrados bentónicos (Granzotti et al. 2018).

En cuanto a las muestras analizadas en los diez puntos de muestreo en la temporada seca, al momento de la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) que establece el Decreto-Supremo N° 004-2017-MINAM correspondiente a las categorías 3: (Bebida de animales, Riego de vegetales) y la Categoría 4: (Conservación del ambiente acuático), sub categoría E2 (Ríos de la costa y sierra) se comprueba que el comportamiento de los valores son regularmente admisibles, las temperaturas registradas van desde (22.55 ° C hasta 24.93 ° C) son ligeramente superiores a las obtenidas por (Zinsou et al. 2016, pág. 4) que observaron valores similares para la cuenca de Oueme Benin desde (22 ° C a 30.5 ° C). En cuanto a los valores de pH del agua, se encuentran entre (7.97 y 8.52) perfectamente dentro del límite tolerable (6.5 y 8.5) que caracteriza a la vida acuática. Estos resultados corroboran los valores registrados por (Buhungu et al. 2018, pág. 8) en el río Kinyankonge con valores de pH (7.45 y 9.42) con excepción del parámetro de oxígeno disuelto que se tienen valores mínimos para los puntos (P-1= 0.33, P-2= 1.17 y P-3= 2.21 ml/L) lo que hace que se tenga una ausencia de oxígeno gaseoso por ende cuando los niveles de oxígeno disuelto son muy bajos y hace que la supervivencia de organismos acuáticos sea menor. Sin embargo, (Lopes, et al. 2005, pág. 31), mencionan que el oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes de los organismos acuáticos y la ecología presentes en distintos ríos.

En relación al promedio del pH fue 8.4 ± 2.65 , para las 10 estaciones de monitoreo el cual está dentro de lo que establece el ECA según el Decreto Supremo 004-2017-MINAM (Categoría 4: Conservación del ambiente acuático y Subcategoría E2: Ríos de la costa, sierra y selva, pH = 6.5 – 9.0). Estudios relacionados mostraron que el pH puede manipular los procesos químicos y biológicos y es importante en los ríos (Cheng, 2018; Tekile, 2015) En este estudio, el pH para la estación de monitoreo P-3, evidencia un valor bajo (pH=7.97) podría explicar bajo índice de biodiversidad de Shannon y Simpson para este punto. Siendo por consiguiente uno

de los factores principal que afecta la distribución de la comunidad de macroinvertebrados en ambas estaciones (Fig. 8 y 9). Los índices de Shannon y Simpson se correlacionaron negativamente con el pH (Tabla 14) en el periodo evaluado.

En relación a la temperatura se observa que se encuentra dentro de los ECAS que establece el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, se evidencia que las estaciones de monitoreo P-4 hasta P-7, presente valores altos de temperatura que puede ser un factor que regule la distribución de macroinvertebrados, evidencia una correlación negativa con baja significancia ($p > 0.05$) con los índices de biodiversidad esto podría explicarse a que la temperatura es un factor relacionado con la latitud, altitud y estacionalidad y limita la distribución de macroinvertebrados y afecta la estructura de la comunidad (Santos et al. 2018).

La estructura de la comunidad de macroinvertebrados mostró una abundancia relativa similar para las 10 estaciones de monitoreo. El valor del índice de diversidad de Simpson (D) varió entre 0 y 1; el mayor valor del índice representa la mayor diversidad y la buena calidad del agua (Shafie, Wong, & Fikri, 2017) Por lo tanto, la diversidad más baja en las estaciones de monitoreo P-3 y P-4, esto podría indicar que estas estaciones se ven afectados por la actividad humana tales como: el pastoreo de caballos, lavado de carros, basura etc., que pueden influir decisivamente en la estructura de la comunidad (Musonge et al. 2019)

El índice de Shannon para los tres ecosistemas osciló entre 1.47 y 1.72 (Tabla 9). Los valores mínimos se observaron para las estaciones P-3 y P-4. El valor relativamente mínimo del índice de Shannon mostró que el número mínimo de taxones de macroinvertebrados debido principalmente a la presencia la actividad humana que puede afectar decisivamente la estructura de la comunidad (Musonge, 2019; Su, 2019) y corroborado con la baja concentración de oxígeno disuelto. El ambiente altamente turbio evita la penetración de la luz y reduce el crecimiento de acuático plancton y otras vegetaciones. La disminución del número de comunidades planctónicas puede ser responsable de un bajo número de taxones de macroinvertebrados (Wang et al. 2019).

En este estudio, el índice biótico (BMWP) se utilizaron a nivel familiar debido a la falta de disponibilidad de claves de identificación específicas para las especies presentes en la cuenca baja del río Osmore. Existen relaciones directas entre el

nivel de tolerancia / sensibilidad a la contaminación a nivel familiar y la diversidad de especies junto con su grado de tolerancia / sensibilidad dentro de la familia (Varnosfaderany et al. 2010) El código de tolerancia / sensibilidad utilizada en BMWP, generalmente muestra el valor promedio de tolerancia o sensibilidad, para el caso del presente estudio solo la estación monitoreo P-6 es la que mostro calidad biológica aceptables y para las demás estaciones dudoso con aguas ligeramente contaminadas. Por lo tanto, los índices bióticos basados en la familia pueden no proporcionar las condiciones exactas en comparación con los índices basados en especies. Sin embargo, los índices basados en familias son menos costosos, consumen menos tiempo, son convenientes y requieren menos conocimiento taxonómico. Además, dado que, en este estudio, los códigos de tolerancia / sensibilidad se tomaron de investigaciones similares, en trabajos futuros, estos códigos pueden ser modificados para una mejor evaluación (Romero et al. 2017). Los valores de la correlación de Pearson encontrados según tabla N° 15 macroinvertebrados acuáticos y los parámetros físicos químicos de la cuenca baja del rio Osmore, se tiene valores en el rango de -0.021 hasta -0.689, lo que muestra que tanto el pH, OD, Conductividad, Temperatura en relación al índice de Shannon, Simpson y IBMWP/Col tienen una correlación negativa moderada hasta una correlación muy baja según el nivel de significancia. Sin embargo, para el parámetro de pH y la valoración biológica (BMWP/col) la correlación es de -0.689 para el estudio de (Villacorta & Juan, 2014, pág. 68) demuestran una correlación positiva con el valor de +1 perfecta por ende es un indicador de estabilidad en el ecosistema y los puntajes de BMWP/col reflejan una buena calidad de agua por lo que es determinante para la presencia o ausencia de familias de macroinvertebrados.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye la calidad del agua de los principales parámetros fisicoquímicos del agua como el pH, temperatura, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto, reflejados en los diez puntos de muestreo se muestran. según el D.S. 004 del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) correspondiente a la categoría 3: (Riego de vegetales y bebida de animales) y la categoría 4: (Conservación del ambiente acuático), sub categoría E2 (Ríos de la costa y sierra) se comprobó los comportamientos de cada parámetro son regularmente admisibles en cumplimiento a los ECAs. Donde el pH esta se encuentra en el rango de los límites estipulados para ambas categorías, la conductividad eléctrica con variaciones desde (2335 hasta 2662 $\mu\text{S}/\text{cm}$) lo que corresponde una amplia concentración de sales o minerales presentes en el agua, la temperatura del agua con el valor máximo de 24.93 ($^{\circ}\text{C}$) siendo un valor no tan adecuado para la conservación del ambiente acuático y menor oxígeno disuelto como mínimo valor de 0.33 mg/L y el máximo valor de 5.54 mg/L reflejando muy pocas concentraciones de oxígeno disuelto según ECAS Subcategoría E2: Ríos de la costa debido al impacto de la contaminación orgánica entre otros factores que lo determinan.
2. Se recolectaron un total de 24463 organismos de macroinvertebrados de los diez puntos de muestreo, distribuidos en 15 familias y 9 órdenes. A nivel familiar, los más comunes fueron *Simuliidae* con (14659 individuos), *Chironomidae* con (7254 individuos), *Baetidae* con (1249 individuos) y las familias con la mínima representatividad fueron las familias (*Ceratopogonidae*, *Glossiphoniidae*, *Hydrophilidae*, *Stratiomyidae*, *Thiaridae* y *Veliidae*) teniendo valores inferiores a ($n < 7$). El índice de diversidad de especies Shannon y el índice de dominancia de Simpson para los tres ecosistemas osciló entre 1.47 y 1.72. Los valores mínimos se observaron para los puntos P-3 y P-4. El valor relativamente mínimo de los dos índices mostró que el número mínimo de taxones de macroinvertebrados debido principalmente a la presencia la actividad humana y factores del medio acuáticos. Se estimó la calidad de agua mediante el (IBMWP/col)

determinando a través de las familias de macroinvertebrados en nueve puntos aguas arriba se tuvo una calidad de agua dudosa Aguas ligeramente contaminadas con el mínimo puntaje de 38 y máxima de 58 puntos es decir con una menor contaminación orgánica, en consecuencia, solo un punto tuvo calidad aceptable del agua es decir moderadamente contaminada.

3. Se concluye la determinación de la correlación de Pearson entre los tratamientos de datos a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como el índice de biodiversidad de Shannon, el índice de dominancia Simpson, la valoración de calidad de agua (BMWP/col) y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos como el pH, temperatura, conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto muestran como resultado general tomando en cuenta los valores p para cada correlación entonces; para la correlación de Pearson entre la conductividad eléctrica con el Índice de diversidad de Shannon y el pH con valoración biológica (BMWP/col) presentan los valores p menores al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los coeficientes de correlación son significativos. En cuanto a las demás correlaciones entre los Parámetros Fisicoquímicos con los tratamientos de datos de las comunidades de Macroinvertebrados presentan valores mayores que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que los coeficientes de correlación no son significativos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para determinar la calidad de agua del río Osmore se deben realizar monitoreos consecutivos por las entidades correspondientes en puntos más cercanos de los que se tienen y evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos más importantes que consideran los (ECA) según el D. S. 004 (MINAM, 2017) para las categorías de agua potable, riego de vegetales y bebida de animales y la categoría de conservación del ambiente acuático con el fin de tener distintos datos de cada temporada y año en consecuencia realizar comparaciones en la línea del tiempo, por otro lado los gobiernos locales, entidades correspondientes deben implementar monitoreos biológicos, tomar medidas de mitigación, conservación y preservación de los recursos hídricos sobre el medio ambiente.
2. Se deben realizar estudios con mayor frecuencia de los ríos que comprenden la cuenca hidrográfica de la región de Moquegua – Ilo sobre los macroinvertebrados con el fin de determinar con mayor convicción a la comunidad científica y sociedad en el ámbito sobre la información correspondiente de macroinvertebrados acuáticos siendo un mayor potencial de bioindicador hidrobiológico en la zona. De igual manera, realizar estudios sobre la relación entre la estructura de los macroinvertebrados con los parámetros fisicoquímicos, las variaciones climáticas y factores como la actividad antropogénica negativa que se presentan en la zona, que determinan la baja o elevada abundancia y riqueza de ciertos macroorganismos correspondientes a las especies por su taxonomía.
3. Para la óptima caracterización de la calidad ecológica en el ecosistema acuático del área de estudio, se recomienda seguir estrictamente las metodologías del guía de Métodos de colecta de macroinvertebrados en aguas continentales con el complemento de los parámetros fisicoquímicos de cada punto para la recolección de muestras y recaudar información relevante para determinar el nivel de sensibilidad específica de las familias de macroinvertebrados distribuidas en la zona evaluada.

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua . (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima, Perú.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación* (Tercera edición ed.). Colombia, Colombia: Pearson Educación.
- Buhungu, S., Montchowui, E., Barankanira, E., Sibomana, C., Ntakimazi, G., & Bonou, C. (2018). Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1). Obtenido de <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/172486>
- Bulnes, L. (2019). *Macroinvertebrados bentónicos, indicadores de la calidad ecológica del agua en dos ríos de Lima con distintas actividades productivas (Tesis de Título Profesional)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Burdsall, A., Xing, Y., Cooper, C., & Harper, W. (2020). Science of The Total Environment. *Bioaerosol emissions from activated sludge basins: Characterization, release, and attenuation*, 753. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972035381X>
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo. *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito, Ecuador.
- Cheng, X., Chen, L., Sun, R., & Kong, P. (2018). Science of The Total Environment. *Land use changes and socio-economic development strongly deteriorate river ecosystem health in one of the largest basins in China*, 616–617. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717330346?via%3Dihub>
- Chi, S., Wei, C., Zheng, J., Hu, J., Li, M., & Hu, J. (2018). Science of The Total Environment. *Distribution patterns of macroinvertebrate communities in a Chinese floodgate-regulated river and their relationships with river longitudinal connectivity*, 631–632. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718305229?via%3Dihub>

- Cruz, A., Troyo, E., Murillo, J. M., García, J. L., & Murillo, B. (2018). Terra Latinoamericana. *Familias de agua subterránea y distribución de sólidos totales disueltos en el acuífero de La Paz Baja California Sur, México*, 36(1). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792018000100039
- Custodio, E., & Llamas, R. (1996). *Hidrología subterránea* (2 ed.). Barcelona: Omega.
- Cutipa, W. L., Peña, F., & Acosta, H. (2019). INGEMMET, Boletín Serie H Hidrogeología. *Hidrogeología de la Cuenca del Río Ilo-Moquegua (13172), Región Moquegua(6)*, 1. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2269>
- Decreto Supremo N° 004-2017-Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). El Peruano.
- Díaz, A. M., González, J. R., Guareschi, S., Magdaleno, F., & Velasco, M. T. (2019). Science of The Total Environment. *Exploring longitudinal trends and recovery gradients in macroinvertebrate communities and biomonitoring tools along regulated rivers*, 695. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719337155?via%3Dihub>
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos*. Argentina: Universtaria de Tucuman.
- Forero, J. (2017). *Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la cuenca alta de Río Frío Tabio, Cundinamarca (Tesis de Título Profesional)*. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental Vol. XLVIII*, 48(2). Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001
- Granzotti, R. V., Miranda, L. E., Agostinho, A. A., & Gomes, L. C. (2018). Aquatic Sciences. *Downstream impacts of dams: shifts in benthic invertivorous fish*

- assemblages*, 80(28). Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00027-018-0579-y>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). *Revista de Biología Tropical. Capítulo 1 Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*, 58. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001
- Hellawell, J. (2013). *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management* (1 ed.). Springer; Softcover reprint of the original.
- Hernán, J., Martínez, L., Castellanos, L., Mora, A., & Rocha, Z. (2020). Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del Departamento de Boyacá, Colombia. *Producción + Limpia*, 15(1). Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552020000100035
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2010). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). Mexico, Mexico: McGRAW-HILL.
- Janssen, P., Dommanget, F., Cavail, P., & Evette, A. (2021). Ecological Engineering. *Does soil bioengineering benefits aquatic biodiversity? An empirical study of the relative influence of local and regional drivers on benthic macroinvertebrate assemblages*, 168(1). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857421001427?via%3Dihub>
- Jiang, W., Pan, B., Jiang, X., Shi, P., Zhu, P., Zhang, L., . . . Wu, N. (2021). Ecological Indicators. *A comparative study on the indicative function of species and traits structure of stream macroinvertebrates to human disturbances*, 129. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X2100604X?via%3Dihub>
- Jiménez, A. A. (2000). Instituto Tecnológico de Química y Materiales. *DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS*, 2. Madrid. Obtenido de

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

- Johansena, P.-O., Isaksen, T. E., Bye-Ingebrigtsen, E., Haave, M., Dahlgren, T. G., Kvalø, S. E., . . . Rapp, H. T. (2018). *Marine Pollution Bulletin. Temporal changes in benthic macrofauna on the west coast of Norway resulting from human activities*, 128, 483-495. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X18300742>
- Kalogianni, E., Vourka, A., Karaouzas, I., Vardakas, L., Laschou, S., & Skoulikidis, N. T. (2017). *Science of The Total Environment. Combined effects of water stress and pollution on macroinvertebrate and fish assemblages in a Mediterranean intermittent river*, 603–604. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717314833?via%3Dihub>
- Kumari, P., & Maiti, S. K. (2020). *Ecological Indicators. Bioassessment in the aquatic ecosystems of highly urbanized agglomeration in India: An application of physicochemical and macroinvertebrate-based indices*, 111. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X19310490?via%3Dihub>
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). *Limnoecology. The Ecology of Lakes and Streams*(30), 489–490.
- Lopes, J., Dias, J., Cardoso, A., & C.I.V. Silva. (2005). *Marine Environmental Research. The water quality of the Ria de Aveiro lagoon, Portugal: From the observations to the implementation of a numerical model*, 60(5). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113605000449?via%3Dihub>
- López, S., Huertas, D., Jaramillo, Á., Calderón, D., & Díaz, J. (2019). *Ingeniería y Desarrollo. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia)*, 37(2). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200269
- Magurran, A. E. (1998). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press.

- Martínez, P. E., Martínez, P., & Castaño, S. (2006). *Fundamentos de hidrogeología*. Madrid: Mundiprensa.
- McGavin, G. C. (2002). *Entomología esencial*. Barcelona, España: Ariel.
- MINAM. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton*, p (1 ed.). Lima, Perú.
- Modeste, F., Samon, O., Simon, K., Darius, D., Madina, C., Orou, Z., . . . Pierre, M. (2019). Advances in Entomology . *Relationship between Macroinvertebrates and Physico-Chemical Parameters to Assess Water Quality of the Affon River in Bénin*, 7(4). Obtenido de <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=95197>
- Mora, G., Medina, C., Polo, J. L., & Hora, M. (2020). Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamaranga (La Libertad, Perú). *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 85-98.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (1 ed.). Zaragoza , España.
- Musonge, P. S., Boets, P., Lock, K., Ambarita, N. M., Forio, M. A., Verschuren, D., & Goethals, P. L. (2019). *Limnologia. Baseline assessment of benthic macroinvertebrate community structure and ecological water quality in Rwenzori rivers (Albertine rift valley, Uganda) using biotic-index tools*, 75, 1-10. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0075951118300598?via%3Dihub>
- Obot, O. I., Ekpo, I. E., & Esau, E. F. (2014). American Journal of Biology and Life Sciences. *Physico-chemical parameters and macro-benthos of Ediene Stream, Akwa Ibom State, Nigeria*, 2(5). Obtenido de <https://www.scinapse.io/papers/307908534>
- Onyenaab, A., Nkwojib, J., & Chukwub, L. (2021). Regional Studies in Marine Science. *Evaluation of hydrochemistry and benthic macroinvertebrates in Chanomi Creek, Niger Delta Nigeria*, 46. Obtenido de

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352485521002991?via%3Dihub>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías para la calidad del agua potable. 23-48.
- Pascual, G., Iannacone, J., & Alvarino, L. (2019). Macroinvertebrados bentónicos y ensayos toxicológicos para evaluar la calidad del agua y del sedimento del río Rímac, Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000400005&script=sci_arttext
- Pero, E., Georgieff, S. M., Gultemirian, M. d., Romero, F., Hankel, G. E., & Domínguez, E. (2020). Science of The Total Environment. *Ecoregions, climate, topography, physicochemical, or a combination of all: Which criteria are the best to define river types based on abiotic variables and macroinvertebrates in neotropical rivers?*, 738. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720338250?via%3Dihub>
- Pezo, M. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua para regadío del Río Cumbaza (Tesis de doctor)*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Perú.
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity* (Vol. 22). John Wiley & Sons.
- Pripp, A. H. (2019). Tidsskrift for den Norske lægeforening : tidsskrift for praktisk medicin, ny række. *Pearsons eller Spearmans korrelasjonskoeffisienter*(138). Obtenido de <https://tidsskriftet.no/2018/05/medisin-og-tall/pearsons-eller-spearman-korrelasjonskoeffisienter#article>
- Reyes, P. R., & Florez, J. P. (2009). Revista de biología marina y oceanografía. *Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condricios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake*, 44(1). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572009000100025

- Rincón, Y., Daza, D., & Castrillón, W. (2011). Tecnura. *Diagnóstico actual de los parámetros físicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo, Cundinamarca-Colombia*, 15(28). Bogota.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia : propuesta para el uso del método BMWP Col.* (1 ed.). Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2016). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica.*, 40(155). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>
- Romero, K. C., Río, J. P., Villarreal, K. C., Anillo, J. C., Zarate, Z. P., Gutierrez, L. C., . . . Valencia, J. W. (2017). Ecological Indicators. *Lentic water quality characterization using macroinvertebrates as bioindicators: An adapted BMWP index*, 72, 53-66. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.023>
- Santos, D. A., Molineri, C., Nieto, C., Zuñiga, M. C., Emmerich, D., Fierro, P., . . . Gómez, G. C. (2018). *Journal of Biogeography*. *Cold/Warm stenothermic freshwater macroinvertebrates along altitudinal and latitudinal gradients in Western South America: A modern approach to an old hypothesis with updated data*, 45(7). Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.13234>
- Shafie, M. S., Wong, A., & Fikri, A. H. (2017). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. *The use of aquatic insects as bio-indicator to monitor freshwater stream health of Liwagu River, Sabah, Malaysia*, 130-944. Obtenido de https://figshare.com/articles/journal_contribution/The_use_of_aquatic_insects_as_bio-indicator_to_monitor_freshwater_stream_health_of_Liwagu_River_Sabah_Malaysia/5480218
- Shuqing Wu, J. M., Shekhar, N. R., Biswas, S., & Kumar, A. (2020). *Bioinorganic Chemistry and Applications*. *Determination of Physicochemical Parameters and Levels of Heavy Metals in Food Waste Water with Environmental Effects*.

- China. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7455830/>
- Su, P., Wang, X., Lin, Q., Peng, J., Song, J., Fu, J., . . . Li, Q. (2019). *Ecological Engineering. Variability in macroinvertebrate community structure and its response to ecological factors of the Weihe River Basin, China*, 140. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857419303155?via%3Dihub>
- Tekile, A., Kim, I., & Kim, J. (2015). *Journal of Environmental Sciences. Mini-review on river eutrophication and bottom improvement techniques, with special emphasis on the Nakdong River*, 30. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074215000613?via%3Dihub>
- Tirira, D. G., & Boada, C. E. (2009). *Boletín Técnico, Serie Zoológica. Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi*, 8(4-5). Ecuador.
- Varnosfaderany, M. N., Ebrahimi, E., Mirghaffary, N., & Safyanian, A. (2010). *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters. Biological assessment of the Zayandeh Rud River, Iran, using benthic macroinvertebrates*, 40(3). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075951109000735?via%3Dihub>
- Vásquez, M., & Medina, C. (2015). *REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA(REBIOL). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca(Ancash, Perú)2014*, 35(2). Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/view/1079>
- Verónica Machado, R. G., & Endara, A. (2018). *Enfoque UTE. Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano*, 9(4). Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000400154

- Villacorta, J., & Juan, P. (2014). "MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN LAMICROCUENCA MISHQUIYACU, PROVINCIA DE MOYOBAMBA-2014" (Tesis de Título Profesional). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO, Perú.
- Wang, X., Su, P., Lin, Q., Song, J., Sun, H., Cheng, D., . . . Fu, J. (2019). Sustainable Cities and Society. *Distribution, assessment and coupling relationship of heavy metals and macroinvertebrates in sediments of the Weihe River Basin*, 50. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670719302987?via%3Dihub>
- ZINSOU, H. L., ATTINGLI, A. H., GNOHOSSOU, P., ADANDEDJAN, D., & LALEYE, P. (2016). Journal of Applied Biosciences. *Caractéristiques physico-chimiques et pollution de l'eau du delta de l'Oueme au Benin*, 97. Obtenido de <https://www.ajol.info//index.php/jab/article/view/132972>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de Variables

Problemas	Objetivo	Hipótesis	Variables	Marco Teórico	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición	Instrumento de medición
<p>Problema General</p> <p>¿De qué manera se relacionan de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmorello-Moquegua, 2021?</p>	<p>Objetivo Específico</p> <p>Relacionar de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmorello-Moquegua, 2021</p>	<p>Hipótesis de investigación:</p> <p>La relación con los parámetros fisicoquímicos y las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmorello-Moquegua, 2021 es significativa</p>	<p>Variable 1</p> <p>Parámetros Fisicoquímicos</p>	<p>Consiste en la explicación de parámetros físicos-químicos en muestras de agua permitiendo estimar la calidad de agua como las condiciones razonables es cual está relacionada con la ecología, biología, producción económica y socio cultural para que ella mantenga un ecosistema</p>	<p>Para poder evaluar la calidad de agua en condiciones adecuadas y presida el comportamiento del hábitat, asociados a todos los seres vivos, se desarrolla determinando en función al muestreo de los parámetros físicos, químicos por ende se hace la comparación de acuerdo con las</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p>	pH (Unid. pH)	Numérico Razón Continua	<p>Ficha de registro datos</p>
							Conductividad eléctrica (µS/cm)	Numérico Razón Continua	
							Oxígeno disuelto (mg/L)	Numérico Razón Continua	

		No existe relación con los parámetros fisicoquímicos y las comunidades de macroinvertebrados acuáticos		equilibrado y determinen objetivos de calidad ambiental. (Rincón, Daza, & Castrillón, 2011)	categorías estipuladas por las normas nacionales vigentes (ECA).		Temperatura (C°)	Numérico Razón Continua	
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos de cada punto de muestreo en la cuenca baja del río Osmore?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos de cada punto de muestreo en la cuenca baja del río Osmore.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>La calidad de agua los principales parámetros fisicoquímicos de cada punto de muestreo cumplen con los (ECA) en la cuenca baja del río Osmore</p>	<p>Variable 2</p> <p>Macroinvertebrados acuáticos</p>	<p>Los macroinvertebrados acuáticos son aquellos individuos visibles a que se pueden percibir a simple vista. Se les denominan macros porque son grandes (su tamaño está entre 2 mm y 30 cm), y son</p>	<p>Para determinar a los macroinvertebrados acuáticos, se realiza la colecta de las familias de macroinvertebrados en cada punto de muestreo establecido para su recolección e identificación en laboratorio,</p>	<p>Biodiversidad</p>	<p>Índice de Shannon-Wiener</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biodiversidad alta (EH =1) • Biodiversidad media (EH =0.5) • Biodiversidad baja (EH =0) 	<p>Numérico Razón Continua</p>	<p>Ficha de registro de monitoreo de especies de Macroinvertebrados</p>

<p>¿Cuál es la estimación de la biodiversidad, dominancia y la valoración biológica de los macroinvertebrados en la cuenca baja del río Osmore?</p>	<p>Estimar la biodiversidad, dominancia y la valoración biológica de los macroinvertebrados en la cuenca baja del río Osmore.</p>	<p>La estimación de la biodiversidad, dominancia y la valoración biológica de los macroinvertebrados en la cuenca baja del río Osmore es significativa.</p>		<p>Invertebrados, porque no poseen esqueletos, pero son acuáticos, porque viven en los sitios de Agua dulce: ríos, barrizales, lagunas y charcales. (Carrera & Fierro, 2001)</p>	<p>luego ser evaluados y analizados para su respectiva estimación</p>	<p>Dominancia</p>	<p>Índice de Simpson</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuanto más se acerca el valor de D a 1, menor es la diversidad del hábitat. • Cuanto más se acerca el valor de D a 0, mayor es la diversidad del hábitat. 	<p>Numérico Razón Continua</p>	<p>Ficha de registro de monitoreo de especies de Macroinvertebrado.</p>
<p>¿Cuál es la relación entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos ?</p>	<p>Establecer la relación entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos.</p>	<p>Existirá relación entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua de los principales parámetros fisicoquímicos.</p>				<p>Valoración de calidad biológica</p>	<p>BMWP/col</p> <ul style="list-style-type: none"> • La puntuación va desde 1 a 10, siendo 10 el más susceptible 1 el más permisible. • Dependiente del número de organismos en cada familia se asignará una puntuación 	<p>Numérico Razón Continua</p>	<p>Ficha de registro de monitoreo de especies de Macroinvertebrados.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Esquema del diseño correlacional

Esquema: Diseño correlacional

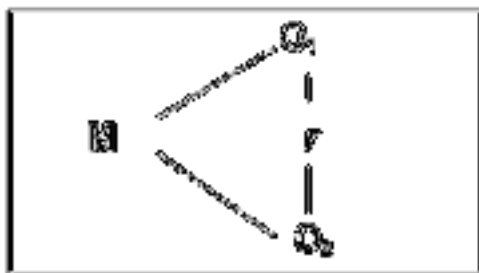
Donde:

M = Muestra.

O₁= Variable 1: Parámetros fisicoquímicos

O₂= Variable 2: Macroinvertebrados acuáticos

r = Relación de las variables de estudio.



Anexo 3. Ficha de recolección de datos de los macroinvertebrados acuáticos.

RESULTADOS						
MACROINVERTEBRADOS CUANTITATIVOS (*)						
CÓDIGO DE LABORATORIO:						
CÓDIGO DEL CLIENTE:						
COORDENADAS:						
UTM WGS 84:						
PRODUCTO:						
SUB PRODUCTO:						
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:						
FECHA DE MUESTREO:						
HORA:						
LIMITE DE CUANTIFICACIÓN DE MÉTODO:					1Cel./ml	1Cel./L ^(a)
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE ⁽¹⁾	Densidad	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Registro de datos de campo




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Registro de datos de campo

Ficha de registro de datos de los parámetros fisicoquímicos y comunidades de macroinvertebrados acuáticos												
N°	Punto de monitoreo	Descripción/ ubicación	Fecha	Hora	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (m.s.n.m)	Parámetros de Campo				
					Norte/ Sur	Este/ Oeste		T (C°)	pH	O.D. (mg/L)	C.E. (µS/cm)	Macroinvertebrados acuáticos
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												


Fuente: Copia del documento principal, 2021

Anexo 5. Check list

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
LISTA DE CHEQUEO	
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS - 2021	
N.º	MATERIALES
1	Bandejas
2	Coolers
5	Red de captura (Red tipo D-net (30 x 30 cm, 250 µm).
6	Frascos de plásticos
9	Agua destilada
10	Alcohol de 70º
11	Tablero de campo
12	Etiquetas
13	Lapiceros
14	Corrector
15	Plumones indelebles
16	Ficha de campo
17	Cinta de embalaje
18	Bolsa de hielo
19	Papel absorbente
EQUIPOS	
21	Multiparámetro marca HANNA instrument model HI98194
22	GPS
23	Cámara fotográfica celular iPhone 8
FORMATOS	
25	Cadena de custodia
26	Registro de datos de campo
EQUIPOS DE PROTECCIÓN	
28	Mandil
29	Botas de jebe
30	Mascarillas
31	Casco
32	Lentes de seguridad
33	Guantes de nitrilo
34	Guantes desechables
Solicitante/cliente:	
Tipo de cuerpo de agua:	
Fecha de muestreo:	Hora:
Muestreado por:	
Parámetro requerido:	
Preservada:	Si: No:

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 6. Validación de los instrumentos


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

1.1 Apellidos y Nombres del validador: VALERIANO ZAPANA JOSÉ ANTONIO

1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE INVESTIGADOR – UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

1.3 Especialidad del validador: BIÓLOGO

1.4 Nombre de Instrumento: Ficha de Espetos de Validación

1.5 Título de Investigación: "Relación de los parámetros fisicoquímicos con las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Osmore Ilo, Moquegua"

1.6 Autor(es) del Instrumentos: Alexander Emanuel Cordova Cordova

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												x	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a los leyes y principios científicos													x
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													x
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													x
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables													x
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, variables e indicadores													x
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr los objetivos													x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													x


III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95%


Lima, 31 de Agosto 2021



Firmado digitalmente por
VALERIANO ZAPANA
Jose Antonio FAU
20449347448 soft
Fecha: 2021.08.31
12:34:57 -05'00'

Fuente: Copia del documento principal, 2021.



Anexo 7. Cadena de custodia de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 2: 2).

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										I.: F-QPE-1.12.1 R.: 01 I.V.: 2020-Feb-13							
Datos del Cliente Razón Social: <u>Alexander Emanuel Cordova Cordova</u> Persona de contacto: _____ Correo / Teléfono: _____ Nombre del proyecto: <u>Relación de Parámetros Fisicoquímicos con Macroinvertebrados</u>												Orden de servicio: <u>21-1011</u> Pág. <u>01</u> de <u>02</u> Plan de Monitoreo: <u>CR-25-10015</u> Informe de ensayo: <u>IE-21-10091</u> Procedencia o lugar de muestreo: _____							
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO										OBSERVACIONES		
			Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación		N° de frascos			Macrobentos									
					Coordenadas (UTM)	V	P	B											
1	Estación 01	35559	F: 19-08-21 H: 10:52	Lodo sedimenta	N: 8050038 E: 251707			01	✓										
2	Estación 02	35560	F: 19-08-21 H: 11:37	Lodo sedimenta	N: 8049987 E: 952014			01	✓										
3	Estación 03	35561	F: 19-08-21 H: 12:30	Lodo sedimenta	N: 8049960 E: 0252989			01	✓										
4	Estación 04	35562	F: 19-08-21 H: 13:19	Lodo sedimenta	N: 8050216 E: 0254602			01	✓										
5	Estación 05	35563	F: 19-08-21 H: 14:01	Lodo sedimenta	N: 8050248 E: 0254645			01	✓										
6	Estación 06	35564	F: 19-08-21 H: 14:30	Lodo sedimenta	N: 8050032 E: 0255668			01	✓										
7	Estación 07	35565	F: 19-08-21 H: 15:26	Lodo sedimenta	N: 8049840 E: 0253460			01	✓										
8	Estación 08	35566	F: 19-08-21 H: 15:50	Lodo sedimenta	N: 8050203 E: 0254090			01	✓										
9	Estación 09	35567	F: 19-08-21 H: 16:05	Lodo sedimenta	N: 8050544 E: 0259827			01	✓										
Descripción de equipos utilizados: Item Código interno del equipo Nombre de equipo			Muestreado por: _____ Cliente: _____		Recepción de muestra: 		Legenda: V: Vidrio T° amb.: Temperatura ambiente P: Plástico T° refr.: Temperatura de refrigeración B: Bolsa C: Conforme N: Norte NC: No conforme E: Este F: Fecha H: Hora												
Observaciones / Comentarios			Muestreado por: <input type="checkbox"/> ALAB <input checked="" type="checkbox"/> Cliente																
Sede principal: Prolongación Zaramilla Mz. D2, Lt. 3, Bellavista, Callao / Sede Guardia Chalaca: Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista, Callao / Sede Arequipa: Urbanización Tahuaycani Mz. C, Lt. 27, distrito de Sachaca, Arequipa / Sede Piura: Urbanización Los corales Mz N Lt 20 (Espalda de Universidad UPAO), distrito de Piura, Piura. Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe RUC : 20600651901 - T1: (01)4531389 - (01)7130636 Cel.: 940595886 - 932846488																			

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

INFORMES

Anexo 10. Informe de resultados de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 2:7).

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON EL REGISTRO N° LE - 096	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 096
---	---	---

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-0091

II. METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Macrofitos o Macroinvertebrados bentónicos ¹	SM/ENVA-APHA-APWA-WEF ² Test: 19200 C. 23 de Ed. 2017	Morfos Macroinvertebrados. Según Filoström y J. B. Sjörs

¹SM/WWF : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater


² Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Protección Zoonosis N° 20 lote 3 Bellavista - Celso
Tel: +51 452 1089717 9036
www.alablab.com


Página 2 de 7

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 11. Informe de resultados de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 3:7).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL S.A.
CON EL REGISTRO N° LE - 096**



INACAL
IQA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-0091

IV. RESULTADOS

Macrofitos o Macroinvertebrados Acuáticos (*)	1	2
CORREO DEL LABORATORIO	M.P. 0504	M.P. 0504
CORREO DEL CLIENTE	ESTACION 01	ESTACION 02
COORDINADAS	11°05'17" S	11°05'20" S
UTM WGS 84	N. 808022	N. 808057
PRODUCTO	SEDIMENTO	
INSTRUMENTO DE MUESTREO	CORRETORE	
FECHA DE MUESTREO	2021-03-18	2021-06-18
MUESTRA	1302	1137
Límite de cuantificación de método	1 Org./muestra	

FAMILIA	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO (O ESPECIE)	DENSIDAD
ANÉLIDA	Giráfido		Lumbricidae ND		11
ARTIBRANCO / CHELICERATA	Arácnida	Tetranychida	Hydrachnida ND		2
ARTIBRANCO / HEXÁPODO			Collembola ND		< 1
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	Mioscirtus sp.	18
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Lepidoptera	Lempidoptera	Lempidoptera sp.	< 1
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Chironomidae	Altochirona sp.	84
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Chironomidae	Grebionella sp.	240
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Chironomidae	Muscicla sp.	4
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Chironomidae	Muscicla sp.	25
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanytarsus sp.	8
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Colyridae ND		< 1
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Mullusca	Lernaeopoda sp.	1
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Diptera	Mullusca	Tritans sp.	890
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Acanthocia sp.	244
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebia sp.	8
ARTIBRANCO / HEXÁPODO	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Marsilea sp.	78
MOLUSCO	Gastropoda	Bucciniformata	Physidae	Physa sp.	5
ABUNDANCIA					10892

(*) (1) (Hija de www.6corp)

ND: No determinada

< 1: Menor al límite de cuantificación del método.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.


Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Integración Zonal de los Recursos Acuáticos - Cusco
 Tel: +51 452 1368 / 117 0036
 www.alab.com.pe


Página 3 de 7

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 12. Informe de resultados de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 4:7).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON EL REGISTRO N° LE - 066**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Acreditación

Registro N° LE - 066

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-0091

IV. RESULTADOS

Muestreo o Muestreos relacionados (estación)	1	4
CODIGO DEL LABORATORIO:	M-21-35501	M-21-35502
CODIGO DEL CLIENTE:	ESTACION 03	ESTACION 04
COORDENADAS:	E: 028292	E: 029402
UTM WGS 84:	N: 638260	N: 639370
PRODUCTO:	SEDIMENTO	
INSTRUMENTOS USADOS:	VORTEX	
FECHA DE MUESTREO:	09/08/19	09/08/19
HORA:	12:30	15:19
Límite de cuantificación de método:	1 Org./muestra	

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO (o especie)	DENSIDAD	DENSIDAD
ANIMALES	Crustacea	Funcionarios NO			4	3
ARTHROPODA / COLEOPTERA	Anisóptero	Trichoptera	Hydropsychidae NO		< 1	1
ARTHROPODA / HEMIPTERA		Collembola NO			1	< 1
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Melanozous sp.	86	33
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus sp.	677	264
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Glyptotendipes sp.	491	168
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Dochowia sp.	28	83
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Polypedium sp.	293	94
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanytarsus sp.	243	23
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Mesochitidae	Limnephila sp.	8	< 1
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera	Simuliidae	Simulium sp.	662	2376
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Diptera		NO determinado NO	1	< 1
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Heteroptera	Amblypsocidae	Amblypsocus sp.	171	123
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Ephemeroptera	Leucthyphidae	Leucthyphes sp.	8	< 1
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Hemiptera	Veliidae	Mesocelis sp.	< 1	1
ARTHROPODA / HEMIPTERA	Insecta	Tenellidae	Hydrulidae	Mesocelis sp.	58	33
MOLLUSCA	Gastropoda	Baculiferophora	Physidae	Physa sp.	5	< 1
ABUNDANCIA					6662	3153

(1): <https://www.itis.org/>
 ND: No determinado
 < 1: Menor al límite de cuantificación del método.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítem ensayados.
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytica Laboratory E.I.R.L.
 Los resultados de los ensayos, 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.

Proyección Zonaria N° 20 lote 3 Beltrán - Callao

Tel: +51 (0)11 2461 7173 ext

www.alab.com.pe

Página 4 de 7

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 13. Informe de resultados de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 5:7).

ALAB		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON EL REGISTRO N° LE - 096		INACAL DA - Perú Laboratorio de ensayo Acreditado Registro N° LE - 096		
INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-0091						
IV. RESULTADOS						
Macrófitos o Macroinvertebrados Emergentes (1)						
		CÓDIGO DE LABORATORIO		3	4	
		CÓDIGO DEL CLIENTE		ESTACION 25	ESTACION 26	
		COORDENADAS		E: 0254948	E: 0255008	
		UTM WGS84		N: 886038	N: 886002	
		INOCULIO		SUCRIENTO		
		METODICO DE MUESTREO		OPC 1:17		
		FECHA DE MUESTREO		2021-03-18	2021-03-19	
		HORA		14:01	14:30	
		Límite de cuantificación de método		1 Org./muestra		
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO Y/O ESPECIE(1)	3	4
ANÉLIDA	Clitelata	Larvicolidae ND			4	6
ARTHROPODA / CHELICERATA	Arácnida	Tetranychida		Hydrachnidae ND	2	< 1
ARTHROPODA / CHELICERATA	Arácnida	Tetranychida ND			< 1	2
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Coleoptera	Chironiidae	Atopsyche sp.	27	42
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus sp.	108	290
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Lepidoptera	Limnephilidae	Glyptotendipes sp.	116	100
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Doelleinia sp.	32	156
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Polypetillum sp.	52	264
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Tanytarsus sp.	20	112
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Muscidae	Lernaeopsis sp.	2	2
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Stratiotidae	Stratiotes sp.	696	1532
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Sarcopterygidae ND		1	< 1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Cyathochaetidae	Tanypidae	Acrotanypus sp.	253	60
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Siphonuridae	Leptophlebiidae	Leptophlebia sp.	3	4
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Hemiptera	Nelidae	Microvelia sp.	< 1	3
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Melipotis sp.	37	42
MOLUSCA	Gastropoda	Basimmatobdella	Physidae	Physa sp.	2	173
MOLUSCA	Gastropoda	Caudofoveata	Planorbidae	Planorbis nitens sp.	< 1	3
PLATYHELMINTHES	Trematoda	Neosporidae	Planorbidae ND		< 1	3
ABUNDANCIA					1387	2764


(1) <https://www.its.org/>
 ND: No determinada
 < 1: Menor al límite de cuantificación del método.
 Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados.
 No se debe reutilizar el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Promoción Ambiental Ma 2016 S. Bolivia - Celso
 Tel: +51 450 1369 / 717 0000
 www.its.com.pe


Página 3 de 7

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 14. Informe de resultados de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 6:7).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON EL REGISTRO N° LE - 086



INACAL
DA - Perú
Organismo de Acreditación
Acreditado
Registro N° LE - 086

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-0091

IV. RESULTADOS

Macroinvertebrados o Macroinvertebrados bentónicos (*)					7	8	
COORDINADORA DEL LABORATORIO					M-21-8385	M-21-3006	
COORDINADOR DEL SUBSITE					ESTACION 07	ESTACION 08	
COORDINADOR DE MUESTREO					E-020400	E-020500	
UTM NOROCCIDENTAL					N-060600	N-060700	
PROYECTO					SEMANTO		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO					I-002-1-IT		
FECHA DE MUESTREO					2021-08-10	2021-08-10	
HORA					15:26	10:04	
Unidad de cuantificación de muestra					1 Org./muestra		
FILTRO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE(1)	DENSIDAD		
ANÉLIDA	Ciliata	Lumbriculidae ND			15	8	
ARTHROPODA / CHILICERATA	Arachnida	Trembladoridae ND			1	<1	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Collembola	Dinotia	Abronia sp.	32	32	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Collembola	Insecta ND			1	2
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Lepidoptera	Limonacidae	Aralyptus sp.	340	246	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Cheimacidae	Cheimacis sp.	544	415	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Cheimacidae	Cheimacis sp.	64	26	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Cheimacidae	Polyperla sp.	478	226	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Cheimacidae	Taenioptera sp.	75	64	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Muscidae	Litotropa sp.	6	<1	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Drosophilidae	Drosophila sp.	700	1178	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Drosophilidae ND			2	<1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Ephemeroptera	Siphonuridae	Akamasia sp.	93	189	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes sp.	<1	16	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Hemiptera	Valoniidae	Merosella sp.	1	<1	
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Tinytrypa	Hydrobiidae	Mencosia sp.	27	21	
MOLLUSCA	Gastropoda	Barymatophora	Physidae	Physa sp.	1	6	
PLATHELMINTHES	Trematoda	Hexastemata	Planariidae ND			14	20
ABUNDANCIA					3291	2818	

(1): <https://www.its.org/>
 ND: No determinado
 < 1: Menor límite de cuantificación del método


Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Prologación Zorunilla 142D Cole 2 Belavista - Calle
 Telf: +51 426 189 117 0898
www.alab.com.pe

Página 6 de 7


Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 15. Informe de resultados de los macroinvertebrados acuáticos (Hoja 7:7).



ALAB
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
DIRECCIONADO PERUANO DE ACREDITACION NACIONALICA
CON EL REGISTRO N° LE - 006



INACAL
IICA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 006

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-0091

N. RESULTADOS

Macroinvertebrados (Muestreo)	9	10
CODIGO DE LABORATORIO:	IE-21-0091	IE-21-0091
CODIGO DEL CLIENTE:	ESTACION 08	ESTACION 10
COORDENADAS:	E: 0256027	E: 0256032
UBICACION:	N: 0200344	N: 0200370
PRODUCTO:	SEDIMENTO	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-09E-1-17	
TICOMULO MUESTREO:	2021-09-18	2021-09-18
HORA:	16:00	15:30
Límite de cuantificación de método: 1 Org./muestra		

FILUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE(S)	9	10
ANÉLIDA	Ciliata	Trochilozoa	Glaccharitidae	Hydrochaete sp.	< 1	1
ANÉLIDA	Ciliata		Lumbricidae ND		6	< 1
ARTHROPODA / CILIÓCITOSA	Amphibia	Trautsholtziinae	Hydrochilidae ND		< 1	1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Collembola	Entomobryidae	Macroseta sp.	85	33
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Collembola	Hydrochilidae ND		< 1	1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Antropodina sp.	119	118
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus sp.	251	88
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	Polypedilum sp.	35	60
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Musculidae	Chironomus sp.	1	< 1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Diptera	Simuliidae	Simulium sp.	300	48
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Andriopoda sp.	81	14
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebia sp.	5	2
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Hemiptera	Belontiidae	Micronecta sp.	1	< 1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Hemiptera	Belontiidae	Notonecta sp.	< 1	1
ARTHROPODA / HEXAPODA	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche sp.	7	4
MOLLUSCA	Gastropoda	Baculiferophora	Physidae	Physa sp.	3	< 1
PLAHELUMINIFERA	Trochanterozoa	Neophragmida	Planorbidae ND		< 1	7
ABUNDANCIA					1843	384

(1): <https://www.itis.org/>
 ND: No determinado
 < 1: Menor al límite de cuantificación del método.

Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los datos ensayados.
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Protección Zoológica No. 20 con 3 Reclutas - Celis
 Tel: +51 453 1089 / 717 3636
www.alab.com.pe

Página 7 de 7

Fuente: Copia del documento principal, 2021.

Anexo 16. *Panel fotográfico de las actividades realizadas.*



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el punto 5 la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua, 2021.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Muestreo de macroinvertebrados acuáticos en el punto 4 establecido en la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua, 2021



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Preservación de la muestra de macroinvertebrados recolectadas en el punto 1 de la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua, 2021



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Muestreo de los parámetros físicos - químicos en el punto 7 de la cuenca baja del río Osmore, Ilo-Moquegua, 2021



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), CORDOVA CORDOVA ALEXANDER EMANUEL estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS CON LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO OSMORE, ILO – MOQUEGUA, 2021", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
CORDOVA CORDOVA ALEXANDER EMANUEL DNI: 73269317 ORCID: 0000-0002-9896-2990	