

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**CALIDAD DE AGUA DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO,  
MOQUEGUA - 2026.**

**PRESENTADA POR:**

**CRISTIAN LLANOS COLQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2026**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](http://Universidad Privada San Carlos) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



0.04%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 30 SEP 2026, 3:26 PM

## Originality & Authorship Report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
0.04%

## Report #35504569

CRISTIAN LLANOS COLQUE // CALIDAD DE AGUA DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO, MOQUEGUA - 2026 RESUMEN El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua superficial en el punto de monitoreo PM-01 del río Osmore, situado en la provincia de Mariscal Nieto, Moquegua (2026), de acuerdo con los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM mediante la evaluación de los parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos. El diseño analítico se estructuró mediante la extracción estandarizada de alícuotas y su posterior evaluación en un centro certificado, donde se escrutaron los perfiles fisicoquímicos, sensoriales y de carga microbiana. Las determinaciones confirman la viabilidad del cuerpo hídrico en la zona de monitoreo, adhiriéndose estrictamente al marco legal aplicable. De forma puntual, el sistema presenta un balance químico estable evidenciado por un pH de 8.36, una concentración de sólidos disueltos de 400 mg/L y una conductividad de 1007 µS/cm. En cuanto a sus propiedades ópticas, la turbiedad y el color reportaron 3.0 UNT y 10 UC, respectivamente. Adicionalmente, el tamizaje constató la completa inexistencia de agentes patógenos, arrojando valores nulos (0 NMP/100 mL) para bacterias coliformes tanto totales como fecales. Por consiguiente, se ratifica que el sector fluvial PM-01 del río Osmore satisface íntegramente los requerimientos del presente proyecto, al ostentar una comprobada esterilidad sanitaria y una

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**  
**CALIDAD DE AGUA DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL**  
**NIETO, MOQUEGUA - 2026.**

**PRESENTADA POR:**  
**CRISTIAN LLANOS COLQUE**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

PRIMER MIEMBRO

:   
M.Sc. DENILSON MEDINA SANCHEZ

SEGUNDO MIEMBRO

:   
Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

:   
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 02 de octubre del 2026

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, por guiar mis pasos y darme fuerzas justo cuando sentía que ya no daba más. Gracias por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi familia, en especial a mi padre Jesús y mi madre Zaragoza por estar siempre a mi lado. Por la paciencia enorme en los días más pesados y por darme tanto amor. Gracias por creer en mí cuando yo mismo dudaba, por acompañarme en esas noches donde el cansancio me ganaba, y por ser mi principal motor para seguir adelante.

A mis hermanos, por su cariño de siempre, por comprenderme y por cada detalle que me animó a no tirar la toalla. Gracias por no soltarme la mano en esta etapa y por ser tan importantes en mi vida.

Les dedico esta investigación de todo corazón. Ustedes fueron mi soporte y mi mayor inspiración para no rendirme. Este logro es de todos nosotros.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos por abrirme sus puertas y darme las herramientas necesarias para llevar a cabo este proyecto. Todo el respaldo de la institución ha sido clave en mi formación como profesional.

También quiero dar las gracias a mis docentes de la Facultad de Ingenierías. Cada uno de sus consejos, aportes y enseñanzas me ayudaron a construir una base sólida, tanto en la teoría como en la práctica para esta investigación.

A mi asesora de tesis, le debo un reconocimiento enorme por su paciencia, su guía y por acompañarme de cerca en cada etapa. Su exigencia metodológica y su compromiso hicieron que este trabajo mejorará muchísimo.

Un agradecimiento especial a los miembros del jurado por el tiempo que dedicaron a leer y evaluar detalladamente este documento. Sus correcciones y recomendaciones fueron indispensables para darle una mejor calidad al resultado final.

Por último, gracias a todas las personas y entidades que, de una u otra manera, me facilitaron las cosas para poder terminar este estudio, ya sea brindándome información, apoyo logístico o simplemente dándome la mano durante todo el proceso.

## ÍNDICE GENERAL

|                   | Pág. |
|-------------------|------|
| DEDICATORIA       | 1    |
| AGRADECIMIENTOS   | 2    |
| ÍNDICE GENERAL    | 3    |
| ÍNDICE DE TABLAS  | 6    |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 7    |
| INDICE DE ANEXOS  | 8    |
| RESUMEN           | 9    |
| ABSTRACT          | 10   |
| INTRODUCCIÓN      | 11   |

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>    | <b>13</b> |
| 1.1.1. PROBLEMA GENERAL                   | 16        |
| 1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS              | 16        |
| <b>1.2. ANTECEDENTES</b>                  | <b>15</b> |
| 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL              | 16        |
| 1.2.2. A NIVEL NACIONAL                   | 18        |
| 1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL           | 19        |
| <b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> | <b>22</b> |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL                   | 22        |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS              | 22        |

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>                            | <b>23</b> |
| 2.1.1. RIO                                                       | 23        |
| 2.1.2. CALIDAD DE AGUA                                           | 23        |
| 2.1.3. AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO                          | 24        |
| 2.1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA | 24        |
| 2.1.5. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL                           | 31        |
| <b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>                                     | <b>31</b> |
| <b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>                                      | <b>34</b> |
| <b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>                        | <b>35</b> |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL                                         | 35        |
| 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS                                     | 35        |

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 36**

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1 ZONA DE ESTUDIO</b>                        | <b>36</b> |
| <b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>                     | <b>37</b> |
| 3.2.1. MUESTRA                                    | 37        |
| <b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>                    | <b>38</b> |
| 3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA                 | 38        |
| 3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO                     | 40        |
| 3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO | 40        |
| 3.3.4. MATERIALES                                 | 41        |
| <b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>           | <b>42</b> |

## **CAPÍTULO IV**

### **EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

|                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.1. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO ,MOQUEGUA - 2026.</b>                                                    | <b>43</b> |
| 4.1.1. CONCENTRACIÓN DE PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO OSMORE SEGÚN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.     | 43        |
| <b>4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS Y QUÍMICOS DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO ,MOQUEGUA - 2026</b>              | <b>47</b> |
| <b>4.3. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DEL RÍO OSMORE, EN RELACIÓN A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.</b> | <b>60</b> |
| <b>4.4. CONTRASTE DE HIPÓTESIS.</b>                                                                                                         | <b>63</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                                                                                                                         | <b>67</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>                                                                                                                      | <b>69</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                                                                                                         | <b>71</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                                                                                                               | <b>74</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                              | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Tabla 01:</b> Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 1 Subcategoría A1 para potabilizar el agua. | 31   |
| <b>Tabla 02:</b> Coordenadas para las muestras de agua                                                       | 38   |
| <b>Tabla 03:</b> Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para agua potable                                     | 41   |
| <b>Tabla 04:</b> Operacionalización de variables de la investigación                                         | 42   |
| <b>Tabla 05:</b> Concentración de los parámetros fisicoquímicos del río Osmore.                              | 44   |
| <b>Tabla 06:</b> Concentración de los parámetros microbiológicos del río Osmore                              | 45   |
| <b>Tabla 07:</b> Comparación de la concentración de los parámetros del río Osmore                            | 46   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                      | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Figura 01:</b> Localización de la zona objeto de análisis                                                                         | 37   |
| <b>Figura 02:</b> Ubicación geográfica del punto de muestreo.                                                                        | 40   |
| <b>Figura 03:</b> Valor del color del agua del río Osmore.                                                                           | 48   |
| <b>Figura 04:</b> Valor de la turbiedad del agua del río Osmore.                                                                     | 50   |
| <b>Figura 05:</b> Valor de conductividad del agua del río Osmore.                                                                    | 51   |
| <b>Figura 06:</b> Valor del pH del agua del río Osmore.                                                                              | 53   |
| <b>Figura 07:</b> Valor de Cloruros del agua del río Osmore.                                                                         | 54   |
| <b>Figura 08:</b> Concentración de sulfatos del río Osmore.                                                                          | 56   |
| <b>Figura 09:</b> Valor medio de la Dureza Total del agua del río Osmore                                                             | 57   |
| <b>Figura 10:</b> Valor medio de sólidos totales disueltos del agua del río Osmore.                                                  | 59   |
| <b>Figura 11:</b> Concentración de coliformes totales del río Osmore.                                                                | 61   |
| <b>Figura 12:</b> Concentración de coliformes totales del río Osmore.                                                                | 62   |
| <b>Figura 13:</b> Toma de muestras del punto de captación Río Osmore.                                                                | 84   |
| <b>Figura 14:</b> Toma de la última muestra Río Osmore.                                                                              | 85   |
| <b>Figura 15:</b> Toma de muestras del punto de captación Río Osmore.                                                                | 85   |
| <b>Figura 16:</b> Conservación de las muestras tomadas del Río Osmore.                                                               | 86   |
| <b>Figura 17:</b> Conservación de las muestras tomadas del Río Osmore..                                                              | 86   |
| <b>Figura 18:</b> Resultados tomadas para el análisis de los parámetros del Río Osmore.                                              | 87   |
| <b>Figura 19:</b> Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del río Osmore. | 88   |
| <b>Figura 20:</b> Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del río Osmore. | 89   |
| <b>Figura 21:</b> Cadena de custodia.                                                                                                | 90   |

## INDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                            | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia                                                                                                                                    | 75   |
| <b>Anexo 02:</b> Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S.<br>N°04-2017-MINAM.                                                                             | 77   |
| <b>Anexo 03:</b> Manual ASTM D 4448:2001MJ                                                                                                                                 | 82   |
| <b>Anexo 04:</b> Panel fotográfico                                                                                                                                         | 84   |
| <b>Anexo 05:</b> Resultado de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos<br>de Calidad De Agua Del Río Osmore Provincia De Mariscal Nieto,<br>Moquegua - 2026 | 88   |

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua superficial en el punto de monitoreo PM-01 del río Osmore, situado en la provincia de Mariscal Nieto, Moquegua (2026), de acuerdo con los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM mediante la evaluación de los parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos. La metodología consistió en la recolección de muestras bajo protocolos oficiales y su posterior análisis en un laboratorio acreditado, abarcando dimensiones físico-químicas, organolépticas y microbiológicas. Los resultados demuestran que la calidad del agua es favorable en la estación evaluada, cumpliendo satisfactoriamente con todos los parámetros normativos; específicamente, se registraron niveles adecuados de pH (8.36), turbidez (3.0 UNT), color (10 UC), sólidos totales disueltos (400 mg/L) y conductividad eléctrica (1007  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), junto con una ausencia total (0 NMP/100 mL) de coliformes totales y termotolerantes. En conclusión, el recurso hídrico en el punto PM-01 del río Osmore es plenamente apto para los objetivos de la investigación, al garantizar la inocuidad microbiológica y el equilibrio químico exigido por la normativa peruana vigente durante el periodo 2026.

**Palabras clave:** Calidad, Físico-Químicos, Microbiológicos, Seguridad del agua.

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the surface water quality at monitoring point PM-01 on the Osmore River, located in the Mariscal Nieto province of Moquegua (2026), in accordance with the Environmental Quality Standards (ECA) established by Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. The methodology involved sample collection following official protocols and subsequent analysis at an accredited laboratory, covering physicochemical, organoleptic, and microbiological parameters. The results demonstrate favorable water quality at the evaluated station, satisfactorily meeting all regulatory standards; specifically, adequate levels were recorded for pH (8.36), turbidity (3.0 NTU), color (10 TCU), total dissolved solids (400 mg/L), and electrical conductivity (1007  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), alongside a total absence (0 MPN/100 mL) of total and thermotolerant coliforms. In conclusion, the water resource at point PM-01 of the Osmore River is fully suitable for the study's objectives, ensuring the microbiological safety and chemical balance required by Peruvian regulations in effect during 2026.

**Keywords:** Quality, P'hyiscochemical, Microbiological, Water safety.

## INTRODUCCIÓN

Garantizar la calidad e inocuidad de los recursos hídricos representa uno de los mayores desafíos ecológicos y de salud pública a nivel global, regional y local. En el territorio peruano, el vertimiento directo de efluentes domésticos e industriales, junto a las brechas en infraestructura de saneamiento y la débil fiscalización, exponen a los ríos y cuencas a un constante deterioro. Ante este panorama, la provincia de Mariscal Nieto, en la región Moquegua, enfrenta la necesidad de verificar de forma rigurosa la calidad del agua del río Osmore, recurso fundamental para el abastecimiento y desarrollo socioeconómico de la población local. La presente investigación tiene como objetivo general evaluar la calidad del agua del río Osmore durante el año 2026, mediante la determinación y análisis de sus parámetros organolépticos, químicos y microbiológicos en el punto de monitoreo PM1. Asimismo, contrasta estos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua destinados al consumo humano, regulados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. La investigación busca generar información técnica, actualizada y confiable que sirva como base científica para la toma de decisiones, la gestión ambiental sostenible de la cuenca y la protección de la salud pública. Con ello, se aporta evidencia relevante sobre el estado sanitario actual del recurso hídrico en la región Moquegua.

El estudio sobre la calidad del agua superficial en el río Osmore (provincia de Mariscal Nieto, Moquegua) se estructura en cuatro capítulos estrechamente articulados con el objetivo central de la investigación para el periodo 2026.

Capítulo I: Se plantea el problema de investigación, sustentado en información contextual y científica sobre la realidad hídrica de la zona. Asimismo, se revisan antecedentes internacionales, nacionales y regionales, lo que permite definir con precisión los objetivos del trabajo enfocados en la estación de monitoreo PM-01.

Capítulo II: Se desarrolla el marco teórico y conceptual, incorporando definiciones clave vinculadas a la calidad del agua superficial y la normativa nacional vigente (D.S. N.º

004-2017-MINAM / ECA). Este capítulo culmina con la formulación de las hipótesis de estudio sobre la aptitud del recurso.

Capítulo III: Se describe la metodología aplicada, detallando el enfoque cuantitativo, la zona de estudio en la provincia de Mariscal Nieto, los protocolos de muestreo y los procedimientos técnicos empleados para garantizar la validez de los análisis de laboratorio.

Capítulo IV: Se presentan los resultados obtenidos en la estación PM-01, realizando un análisis e interpretación exhaustiva de los parámetros físico-químicos, organolépticos y microbiológicos en relación con los objetivos planteados y los estándares ambientales.

Finalmente, el estudio concluye con un conjunto de conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis, orientadas a fortalecer las acciones de vigilancia preventiva y asegurar la sostenibilidad de la calidad del agua en el cuerpo hídrico evaluado.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente, garantizar el buen estado de los recursos hídricos representa uno de los mayores desafíos ecológicos a escala internacional, dada su importancia indispensable para el bienestar de la población, la producción agrícola, el desarrollo industrial y el equilibrio natural. No obstante, el constante impacto de las actividades antrópicas, sumado a la creciente presencia de contaminantes químicos y biológicos, ha mermado severamente las reservas de agua limpia destinadas al uso doméstico y productivo, poniendo en grave riesgo tanto a las comunidades como a la biodiversidad. Frente a este escenario, la evidencia científica es clara al advertir que este deterioro no solo agrava la propagación de infecciones, sino que también quiebra dinámicas ambientales que son irremplazables, lo que hace inaplazable la ejecución de estrategias conjuntas y normativas mundiales enfocadas en un manejo verdaderamente responsable y sostenible del recurso (Gomez, 2025).

A escala global, el colapso de ríos y cuencas hidrográficas se debe primordialmente al vertimiento directo de efluentes domésticos, agrícolas e industriales que no han pasado por ningún proceso de depuración. La falta de normativas y tecnologías de saneamiento en las diversas actividades productivas permite que sustancias tóxicas, patógenos y metales pesados se concentren en los cauces, alterando por completo su composición física y química. Toda esta carga de contaminación no solo anula la pureza del recurso y

desata graves peligros para la salud pública, sino que destruye los hábitats de múltiples especies y bloquea su aprovechamiento socioeconómico, imposibilitando tareas vitales como la pesca o el suministro de agua potable. Ejemplos evidentes de esta crisis son el río Tietê en Brasil, cuya biodiversidad fue arrasada por la constante inyección de desechos urbanos a su paso por São Paulo, y el río Babahoyo en Ecuador, donde la intervención del hombre terminó arruinando un caudal que históricamente se destina al riego de cultivos y al consumo ciudadano (Guevara, 2025).

En el territorio peruano, garantizar el cuidado y la administración eficiente de las fuentes de agua es una tarea sumamente compleja. Esta crisis se origina principalmente por la falta de infraestructuras adecuadas para procesar los desagües y efluentes industriales, sumado a la debilidad práctica de las normativas ambientales actuales. Como resultado, una gran cantidad de ríos han perdido su pureza, lo que impacta negativamente en el bienestar de la población, el equilibrio de la naturaleza y el desarrollo económico de las regiones. Un claro ejemplo de este problema es la cuenca del Mantaro, donde los relaves mineros y las descargas directas han disparado los niveles de arsénico y plomo por encima de lo permitido, exponiendo a un grave peligro a las comunidades que dependen de este cauce para regar sus cultivos y abastecerse. Una realidad similar padece el río Chillón en su descenso hacia la capital, cuyo caudal se ve constantemente asfixiado por los vertimientos de las fábricas y las zonas urbanas. Todo este escenario hace evidente la urgencia de reestructurar la gestión estatal del recurso hídrico, inyectando mayor inversión en proyectos de saneamiento, plantas de tratamiento y fiscalización ecológica para asegurar un acceso seguro al agua y proteger la biodiversidad en el país (Saldaña, 2025).

El acceso a los servicios de saneamiento y agua potable en el Perú aún presenta profundas desigualdades, dejando en una clara desventaja a las comunidades rurales. Aunque el abastecimiento a través de redes públicas es mayoritario en las ciudades, los reportes de la OCDE advierten que el 25,3 % de los habitantes del campo sigue sin contar con este recurso vital, en contraste con apenas un 4,7 % de la población urbana.

Esta marginación en infraestructura es mucho más crítica si hablamos de alcantarillado, pues solo el 17 % de los sectores rurales cuenta con instalaciones de desagüe frente al sólido 89 % de las metrópolis. Todo este escenario de disparidad territorial retrasa significativamente el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), haciendo evidente que el Estado peruano necesita redirigir sus inversiones y fortalecer sus normativas para garantizar que estos servicios de primera necesidad lleguen a todos los ciudadanos de manera justa y equitativa (OECD, 2024).

Como ente rector en el cuidado del agua en el país, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), respaldada por el MIDAGRI, ha liderado importantes inspecciones para verificar la calidad hídrica en distintas zonas de Puno. Para que estos estudios sean precisos, los especialistas aplican los lineamientos del Protocolo Nacional de Monitoreo (vigente desde 2011 y actualizado a lo largo del tiempo), el cual establece los pasos exactos para extraer las muestras y contrastarlas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes. Producto de este esfuerzo sostenido durante la década de 2011 a 2020, se logró diagnosticar y organizar la información de múltiples fuentes hídricas del departamento. Esta radiografía ambiental de nuestros cuerpos de agua es lo que permite hoy en día tomar decisiones más acertadas para su manejo y protección (Jimenez, 2025).

En la provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua, el río Osmore constituye un recurso hídrico fundamental para el abastecimiento de las comunidades y el desarrollo de las actividades productivas de la zona. Sin embargo, a lo largo de su recorrido, este importante cauce enfrenta un riesgo constante de contaminación debido al impacto antrópico, las descargas inadecuadas y una deficiente gestión ambiental de la cuenca. A este escenario se suma la falta de un programa de monitoreo continuo y riguroso que permita verificar si el estado del agua cumple con la normativa sanitaria e hídrica vigente. Frente a esta problemática, resulta indispensable evaluar la calidad del agua del río Osmore durante el año 2026, analizando detalladamente sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos. El propósito de este estudio es generar información técnica actualizada que alerte sobre posibles riesgos para la salud pública y sirva como base

para implementar estrategias eficientes enfocadas en la recuperación y el uso seguro de este recurso.

#### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es la calidad del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,moquegua - 2026 de acuerdo a los estándares de calidad ambiental (ECA)?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS**

- ¿Qué parámetros organolépticos del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 exceden los estándares de calidad ambiental (ECA)?
- ¿Qué parámetros químicos del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 exceden los estándares de calidad ambiental (ECA)?
- ¿Qué parámetros microbiológicos el río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 exceden los estándares de calidad ambiental (ECA)?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Mengstie (2023), en su estudio enfocado en las redes de abastecimiento urbano de la ciudad de Hawassa, el objetivo central fue examinar las condiciones fisicoquímicas y el nivel de peligro sanitario del agua, haciendo un seguimiento directo desde las zonas de origen hasta las conexiones domiciliarias. Al contrastar indicadores como la conductividad, los fluoruros, el pH, el cloro residual y la turbidez con los estándares exigidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los autores encontraron escenarios mixtos. Por un lado, valores como los Sólidos Totales Disueltos (142.79 mg/L en promedio) y el pH (7.45) se situaron dentro de lo permitido. En contraste, se descubrió una preocupante vulnerabilidad en las áreas de captación, ya que la turbidez promedió 24.5 NTU, rebasando ampliamente el tope de 5 NTU. A este problema se sumó la alarmante escasez de cloro residual a lo largo de las tuberías. Por ello, la investigación

concluye que existe una alta probabilidad de contaminación microbiológica secundaria, lo que compromete severamente la salubridad del agua que consumen los habitantes.

Ticoná (2023), estudio con el propósito de verificar si las aguas subterráneas en la región árida de N'Djamena (Chad) son seguras para el riego y el consumo humano, un estudio evaluó sus propiedades fisicoquímicas contrastándolas con los lineamientos de la OMS. El análisis técnico se centró en medir el pH, la conductividad eléctrica (CE) y la presencia de iones mayoritarios ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ). Los datos demostraron que el recurso hídrico presenta una tendencia neutra, registrando un pH de 6.40 a 7.57, acompañado de una baja mineralización (con una CE ubicada entre 92 y 590  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Asimismo, se identificó que la familia hidroquímica dominante en el área es la bicarbonatada cálcica-magnésica ( $\text{Ca Mg HCO}_3$ ). Como conclusión principal, los investigadores confirmaron que el agua cuenta con la calidad necesaria para el abastecimiento poblacional y agrícola, descartando cualquier riesgo inminente de que los suelos sufran procesos de sodificación por su uso.

ResearchGate (2025), investigó con el propósito de medir la presencia de metales pesados y comprobar si el agua era segura para la población y la agricultura, se llevó a cabo un estudio de caso abarcando tres estados nigerianos. La metodología incluyó el análisis de diversas fuentes (ríos y aguas subterráneas de pozos), utilizando como referencia legal las guías de la OMS y de NESREA. Los resultados evidenciaron una alarmante contaminación por plomo (Pb), cadmio (Cd) y manganeso (Mn), cuyos registros traspasaron los Límites Máximos Permisibles (LMP) a consecuencia de los vertimientos industriales y urbanos; por el contrario, los niveles de cobre (Cu) y sodio (Na) se mantuvieron dentro de lo tolerado. Como conclusión central, la investigación determina que el agua posee una alta toxicidad para la ingesta directa de las personas. No obstante, al evaluar índices específicos para el riego como el Porcentaje de Sodio Soluble ( $\text{SSP} = 22.85$ ) y la Relación de Adsorción de Sodio ( $\text{SAR} = 8.69$ ), se confirmó que el recurso sí cumple con las garantías agronómicas para ser utilizado en el agro.

### 1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Espinoza (2024), en el año 2025, una investigación desarrollada en la localidad de Colpa Pampa (Chota) se planteó como propósito principal verificar si el agua destinada al abastecimiento local acataba las normativas sanitarias y ambientales vigentes, específicamente los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Para cumplir este objetivo, se aplicó un enfoque cuantitativo de diseño longitudinal, extrayendo un total de 16 muestras en zonas estratégicas del sistema hídrico (fuentes de captación, tanques de almacenamiento y conexiones de las viviendas). Al evaluar las propiedades físico-químicas, los datos arrojaron niveles óptimos: el pH fluctuó entre 7.35 y 7.67, la turbiedad registró valores mínimos de 0.11 a 0.33 NTU, y los Sólidos Disueltos Totales se ubicaron entre 58 y 419 mg/L. No obstante, el panorama microbiológico resultó sumamente deficiente. En todas las estaciones de monitoreo se evidenció la proliferación de coliformes termotolerantes y totales, vulnerando claramente el umbral exigido de 0 UFC/100 mL estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA. Por consiguiente, el estudio concluye que, pese a contar con buenas condiciones físicas y químicas, el recurso representa un severo peligro biológico y es inaceptable para la ingesta humana, haciendo imperativa la instalación de tratamientos de desinfección.

Carlos (2020), estudio en 2024 sobre la quebrada Rumiyacu, en la ciudad de Moyobamba, se trazó como meta principal corroborar si este recurso hídrico superficial se ajusta a las exigencias de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y a las leyes peruanas sobre potabilización. Para ello, se empleó un diseño descriptivo de corte transversal, ejecutando campañas de muestreo tanto en temporada de precipitaciones como en época de estiaje para evaluar indicadores biológicos y fisicoquímicos. La evaluación arrojó un comportamiento temporal muy marcado. Por un lado, la conductividad y el pH (con rangos de 7.1 a 7.5) mantuvieron niveles adecuados; sin embargo, durante la temporada de lluvias, la turbidez se elevó drásticamente hasta los 18.5 UNT, rebasando el tope permitido de 5 UNT. Desde el enfoque microbiológico, el escenario fue aún más crítico, detectándose concentraciones de coliformes

termotolerantes con picos de hasta 160 NMP/100 mL, vulnerando por completo la exigencia de 0 NMP/100 mL dictada por el D.S. N° 031-2010-SA. Como conclusión central, el documento advierte que la elevada contaminación bacteriológica y la cantidad de sedimentos presentes en el agua cruda hacen que los sistemas de tratamiento tradicionales sean incapaces de asegurar la salubridad del líquido durante los meses de mayor precipitación.

Mariño (2024), estudio en el año 2025, se orientó a examinar el recurso hídrico en el Asentamiento Humano San Luis (distrito de Amarilis), se centró en evaluar la idoneidad del agua extraída mediante sistemas de captación rústicos o artesanales. Utilizando un enfoque metodológico no experimental, los investigadores midieron indicadores biológicos y químicos como sulfatos, bacterias coliformes, nitratos y dureza. Desde la perspectiva fisicoquímica, los resultados fueron sumamente favorables: el líquido fue clasificado como "blando", registrando una dureza promedio de apenas 45 mg/L  $\text{CaCO}_3$  y concentraciones de nitratos de 2.1 mg/L, cifras que no superan ni de cerca los umbrales normativos máximos de 500 mg/L y 50 mg/L. No obstante, el panorama biológico mostró deficiencias graves al detectarse la presencia de coliformes fecales con valores de hasta 24 UFC/100 mL, lo que evidencia una contaminación patógena reciente. Por lo tanto, la investigación determina que, a pesar de la alta calidad química natural de las fuentes, las deficiencias estructurales en las zonas de captación facilitan la infiltración de residuos externos, lo que exige la implementación obligatoria de un proceso de desinfección antes de que el agua llegue a los hogares.

### **1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL**

Guerra (2025) en su trabajo “ determinación del índice de calidad del agua del río moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales omo, durante el periodo 2024-2025” Los resultados principales del estudio evidencian un impacto negativo y estadísticamente significativo de las descargas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Omo sobre la pureza del río Moquegua durante

el periodo 2014-2015. Específicamente, se comprobó que antes de recibir los efluentes, el cauce mantenía un Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) promedio de 51.44, catalogado como de "calidad media"; sin embargo, tras el punto de vertimiento, este indicador se desplomó a 44.18, degradando severamente el recurso hasta una "calidad mala". Este deterioro ambiental, que resulta ser más agudo durante la temporada de lluvias en comparación con la época de estiaje, provocó además el incumplimiento reiterado de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA Categoría 3), registrándose excesos críticos en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y el pH a lo largo de la evaluación, a los que se sumaron alarmantes incrementos de fosfatos, alteraciones en el oxígeno disuelto y picos de contaminación por coliformes termotolerantes en 2015, confirmando en definitiva que las operaciones de la planta alteran drásticamente la estabilidad fisicoquímica y microbiológica del cuerpo de agua.

Gutierrez (2025) en su tesis titulada "sistema de monitoreo de calidad de agua en el control de contaminación ambiental en el río moquegua, 2021" los resultados de la investigación comprueban que la implementación de un sistema automatizado de monitoreo de la calidad del agua optimiza de forma significativa el control de la contaminación ambiental en el río Moquegua. Al evaluar a los especialistas de la Autoridad Local del Agua (ALA) mediante un diseño preexperimental, los datos estadísticos revelaron una mejora sustancial y positiva en el cumplimiento de los protocolos de fiscalización hídrica. Globalmente, la eficacia del proceso de control ascendió de un nivel "medio-alto" (77.82 % de cumplimiento) en el diagnóstico inicial, a un nivel "alto" (96.33 %) tras la simulación del sistema, un cambio respaldado por una prueba T de Student que arrojó una alta significancia estadística ( $p = 0.002$ ). Este impacto favorable se reflejó en dos dimensiones fundamentales: el trabajo de pre campo experimentó un alza comprobada ( $p = 0.008$ ) al facilitar la planificación y gestión de recursos, mientras que el trabajo de campo reportó el mayor margen de progreso ( $p = 0.001$ ), elevando su eficacia operativa del 72 % al 96.57 %. En definitiva, el estudio demuestra de manera cuantitativa que la integración de sensores tecnológicos permite

superar las limitaciones de las mediciones manuales tradicionales, brindando a los inspectores herramientas para obtener información precisa, rápida y confiable sobre el estado del río.

Sanchez (2024) en su tesis “ Niveles de Metales Pesados (Pb, Al y Sr) en época de avenida y estiaje en el Río Osmore, región Moquegua” Con el objetivo de evaluar el impacto de la extracción a gran escala de cobre y molibdeno en la cuenca Moquegua-Ilo-Osmore, una investigación analizó la concentración de metales pesados (aluminio, plomo y estroncio) en seis estaciones de sus principales ríos tributarios entre octubre de 2016 y marzo de 2017. Empleando técnicas de espectrometría (ICP-MS e ICP-OES) respaldadas por el Protocolo Nacional de Monitoreo, los resultados demostraron que el agua presenta excelentes condiciones fisicoquímicas para la actividad agropecuaria, con niveles ideales de oxígeno disuelto, baja salinidad y un pH acorde al ECA 2017. Aunque durante los meses de estiaje la carga metálica se mantuvo en umbrales mínimos y seguros (con el plomo y el estroncio bajo control), la época de lluvias alteró críticamente este escenario al registrar picos de aluminio de hasta 28.2 mg/L, cifra que supera el límite nacional en un 600 % y vulnera gravemente el ecosistema acuático. En conclusión, a pesar de que el recurso hídrico supone un riesgo general leve para la agricultura y la ganadería, la severa toxicidad estacional producida por el aluminio hace imperativo que entidades como el OEFA, la ANA y DIGESA intensifiquen sus controles ambientales, exigiendo evaluaciones más estrictas que abarquen no solo el agua, sino también los sedimentos y la biodiversidad de la cuenca.

Flores (2024) en su tesis titulada “ Influencia del agua del río Moquegua en la resistencia a la compresión del concreto para el diseño de edificaciones, Mariscal Nieto - Moquegua 2021” Con el propósito de evaluar la viabilidad estructural del agua del río Moquegua para la construcción de edificaciones (Mariscal Nieto, 2022), un estudio analizó su impacto en la resistencia a la compresión del concreto tomando como marco normativo las exigencias de la NTP 339.088. La fase metodológica abarcó el muestreo hídrico en dos estaciones bajo los lineamientos de SGS del Perú S.A.C., lo que permitió definir su perfil

fisicoquímico. Posteriormente, orientados a diseñar una mezcla con una resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , los investigadores emplearon agregados de la cantera Radcom 3 junto con cemento tipo IP para moldear 34 probetas de ensayo. Este lote se dividió en un grupo patrón (preparado con agua potable) y uno experimental (con agua fluvial), evaluando su capacidad de carga a los 7, 14, 28 y 35 días de curado. Los ensayos de laboratorio demostraron que los cilindros mezclados con el recurso del río alcanzaron un rendimiento superior al 90 % en comparación con el grupo de control; además, sus componentes químicos respetaron los umbrales legales, presentando únicamente un ligero exceso promedio de 0.365 por encima del nivel máximo de pH. En consecuencia, la investigación determina que este recurso hídrico superficial es plenamente apto para su uso en la construcción, confirmando que sus propiedades naturales no merman la resistencia del concreto, sino que garantizan el desarrollo de un desempeño estructural totalmente adecuado.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la calidad del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración de los parámetros organolépticos de las aguas del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°04-2017-MINAM.
- Determinar la concentración de los parámetros químicos del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°04-2017-MINAM.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°04-2017-MINAM.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

##### **2.1.1. RIO**

Un río es una corriente natural de agua dulce que discurre de manera constante o intermitente sobre la superficie terrestre, desplazándose por acción de la gravedad desde zonas elevadas hasta desembocar en el océano, un lago o integrarse a otra red fluvial. Este sistema hídrico, alimentado primordialmente por las precipitaciones, el derretimiento de glaciares o el afloramiento de manantiales subterráneos, actúa como el mayor agente físico modelador del relieve a través de la erosión y el transporte de sedimentos. Más allá de su dinámica topográfica, constituye un eje ambiental irremplazable que sostiene la biodiversidad acuática y ribereña, garantizando además el abastecimiento necesario para el desarrollo de las actividades productivas y la supervivencia de las poblaciones (Flores, 2025).

##### **2.1.2. CALIDAD DE AGUA**

Asegurar que la población disponga de agua limpia va mucho más allá de cubrir una necesidad básica de supervivencia, ya que representa el verdadero motor para la salud y el progreso de cualquier sociedad. Lamentablemente, la pureza de nuestras fuentes hídricas vive bajo una amenaza constante debido a una mezcla de escenarios. Si bien las condiciones climáticas y las características propias del suelo definen su composición natural, son las actividades del hombre —como los desechos urbanos, la extracción minera y el uso de agroquímicos— las que terminan alterando gravemente su equilibrio

hídrico. Frente a esta realidad, la única forma de comprobar si el recurso es seguro es evaluando a fondo sus propiedades fisicoquímicas. Medir indicadores clave como el pH, la conductividad o el nivel de turbiedad nos permite obtener una radiografía clara del agua, ayudándonos a detectar a tiempo cualquier exceso de minerales o sustancias tóxicas que la vuelvan un peligro inminente para el consumo diario (Grisel, 2024).

### **2.1.3. AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO**

Contar con agua segura para el consumo diario va mucho más allá de simplemente calmar la sed o preparar la comida; representa el verdadero escudo que protege la sanidad de nuestros hogares y frena la aparición de diversas enfermedades. De hecho, la Organización Mundial de la Salud (2022) es tajante al advertir que la pureza de este líquido vital no admite medias tintas, exigiendo que llegue a la población totalmente libre de bacterias, tóxicos o elementos radiactivos que puedan poner en riesgo la vida. Y aunque las Naciones Unidas defienden el acceso a este recurso como un derecho indispensable para el progreso de cualquier comunidad, la realidad nos muestra que nuestras reservas naturales están cada vez más indefensas. En la actualidad, los ríos, embalses y manantiales sufren un desgaste alarmante por culpa de la actividad humana, ya que el impacto directo de la minería, las prácticas agrícolas desmedidas y el desfogue de desagües sin procesar terminan arruinando por completo la calidad del agua mucho antes de que esta llegue a los usuarios finales (Gutierrez, 2024).

### **2.1.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA**

El diagnóstico definitivo para comprobar si el agua se puede beber de forma segura depende por completo del examen de sus componentes biológicos y fisicoquímicos. Estos medidores funcionan como una radiografía ambiental, ya que revelan tanto la naturaleza geológica del líquido como los daños provocados por la actividad del hombre. Factores visibles como el color y la turbidez proporcionan una alerta rápida sobre las partículas suspendidas, mientras que los valores químicos (como el pH, la conductividad y la concentración de iones) miden con exactitud la estabilidad y el nivel de minerales del

sistema. De este modo, al detectar una conductividad elevada sabemos que existe una fuerte presencia de salinidad, y al registrar altos niveles de turbidez confirmamos un grave riesgo sanitario, pues esta opacidad sirve como escudo protector para microorganismos dañinos y bloquea el éxito de cualquier tratamiento de purificación. (Gutierrez, 2024).

#### **a) Parámetros Físicos**

- **Color**

El color que adopta el agua es el resultado visual de diversas sustancias disueltas y partículas microscópicas que le arrebatan su transparencia natural. Este cambio de tonalidad puede darse por razones netamente ambientales, como la oxidación de metales en el subsuelo o la descomposición de materia orgánica que libera ácidos en la tierra; no obstante, gran parte de esta alteración es culpa directa del hombre, producto de los desagües de las fábricas y los químicos arrastrados desde los campos agrícolas. Cuando notamos que una fuente hídrica se tiñe de matices amarillos, marrones o rojizos, nuestros sentidos nos están dando la primera y más rápida advertencia sobre su verdadero nivel de contaminación y salud ecológica. Por este motivo, medir la coloración es un paso indispensable en cualquier control de calidad, ya que un agua muy teñida no solo genera un evidente rechazo al intentar consumirla, sino que actúa como un obstáculo que frena y anula la efectividad de los tratamientos químicos encargados de purificarla (Pimentel, 2024).

- **Turbidez**

La turbidez representa la propiedad óptica del agua que cuantifica la dispersión de la luz debido a la presencia de material coloidal y partículas en suspensión. Este indicador es sensible tanto a procesos geodinámicos naturales —como el arrastre de sedimentos por erosión como a impactos de origen antropogénico. Expresada habitualmente en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), este parámetro es crítico para la seguridad hídrica; niveles que excedan las 5 NTU, según los estándares de la OMS, no solo comprometen la aceptabilidad estética del recurso, sino que actúan como un escudo protector para

patógenos frente a agentes desinfectantes como el cloro. Por consiguiente, mantener una turbidez baja es una condición técnica indispensable para asegurar la inocuidad microbiológica y la eficiencia de los sistemas de tratamiento de agua (Flores, 2024).

- **Conductividad**

La capacidad que tiene el agua para conducir corriente eléctrica se conoce como conductividad, una característica que depende exclusivamente de la cantidad de iones y sales minerales disueltos en su interior. En la práctica, este indicador funciona como un excelente medidor de la mineralización general, ayudándonos a calcular de forma rápida la carga de material inorgánico presente en el cauce. No obstante, es vital tener en cuenta una limitación técnica importante: aunque es una herramienta perfecta para alertarnos sobre cambios bruscos de salinidad o derrames inorgánicos, resulta totalmente ineficaz para detectar bacterias infecciosas o sustancias orgánicas que carecen de carga eléctrica. Pese a ello, su evaluación sigue siendo un paso obligatorio en cualquier análisis hídrico, ya que nos revela el perfil químico exacto del recurso y nos permite identificar de inmediato cualquier alteración inusual, ya sea provocada por el desgaste geológico natural de los suelos o por el impacto directo de las actividades del hombre (Ticona, 2023).

- **Sólidos Totales Disueltos**

La acumulación de sólidos suspendidos en los distintos afluentes nace, en su mayor parte, por el constante arrastre y desgaste de los suelos. Al quedar atrapadas y flotando a la deriva en el agua, estas partículas diminutas no solo ensucian la apariencia natural del recurso robándole su transparencia y modificando su color, sino que terminan convirtiéndose en una especie de plataforma física que acelera la reproducción de organismos como el plancton. Si lo analizamos desde el ámbito sanitario, que una reserva hídrica presente altos niveles de estos sedimentos resulta sumamente perjudicial para el consumo humano. El motivo es muy claro: este material microscópico funciona como un imán que atrapa diversas sustancias tóxicas y, al mismo tiempo, bloquea la

eficacia de las plantas purificadoras, lo que complica enormemente los procesos de tratamiento y pone en grave riesgo la seguridad del líquido que finalmente llega a nuestros hogares (Hawassa, 2023).

## **b) Parámetros Químicos**

### **● Potencial hidrógeno (pH)**

Medir el nivel de pH resulta indispensable para comprender el balance químico del agua, pues este valor refleja directamente la concentración de iones de hidrógeno en su interior. Si observamos su escala de medición, que abarca desde la acidez máxima (0) hasta la alcalinidad absoluta (14), el nivel 7 representa un estado de equilibrio y neutralidad. Sin embargo, cuando se registran variaciones bruscas como caídas por debajo de 4.4 o picos que sobrepasan el 9.6, nos encontramos frente a una clara señal de alarma que casi siempre evidencia la presencia de vertidos industriales o graves alteraciones en la geología del lugar. Un detalle técnico crucial en los estudios ambientales es que esta prueba debe realizarse directamente en la fuente hídrica (in situ); al ser una propiedad tan sensible, el simple hecho de envasar y trasladar las muestras provoca que el líquido interactúe con el aire y modifique sus resultados reales. En definitiva, mantener este indicador bajo control es vital, ya que de él depende que el agua sea segura para nuestro consumo, además de ser el factor que dictamina cómo reaccionan los metales y cómo sobrevive la vida silvestre dentro del ecosistema acuático (Flores, 2024).

### **● Cloruros**

La presencia de cloruros en las fuentes hídricas es el resultado de una mezcla de eventos geológicos y humanos; por un lado, se origina tras la disolución natural de minerales salinos como la halita y, por otro, es una consecuencia directa del vertido de desagües domésticos y el lavado de fertilizantes agrícolas. Analizar estos niveles es una tarea obligatoria para comprender el comportamiento químico del cauce, sobre todo si tomamos en cuenta que la Organización Mundial de la Salud (2022) advierte que

traspasar el límite de los 250 mg/L genera problemas severos. Al superar este margen, el agua no solo adquiere un marcado sabor salado que resulta desagradable para el usuario, sino que se vuelve altamente corrosiva, destruyendo progresivamente las tuberías y redes de alcantarillado. Por lo tanto, mantener bajo estricta vigilancia la cantidad de estos compuestos es un paso definitivo para rastrear el grado de salinización del ecosistema, validar si el líquido es realmente potable y garantizar la vida útil de toda la infraestructura de abastecimiento poblacional (WHO, 2023).

- **Sulfatos**

La presencia de sulfatos en las reservas de agua es el resultado de una combinación de factores: por un lado, surge tras el lavado natural de formaciones geológicas ricas en minerales como el yeso o la anhidrita, y por otro, es una clara consecuencia directa de los vertidos de fábricas y el escurrimiento de agroquímicos. Medir su concentración se ha convertido en un paso técnico ineludible para garantizar la seguridad hídrica, puesto que rebasar el límite de los 250 mg/L tal como lo advierten la Organización Mundial de la Salud (2022) y el marco legal peruano a través del D.S. N.º 031-2010-SA no sólo detona efectos laxantes e incomodidades intestinales en las personas, sino que también debilita y destruye progresivamente las redes de tuberías mediante procesos de corrosión. En consecuencia, mantener bajo estricta vigilancia los niveles de este componente resulta ser una estrategia decisiva que nos permite descifrar las características del suelo, proteger la salud pública y asegurar que las técnicas de purificación operen con total eficacia (WHO, 2023)

- **Dureza Total**

La dureza total representa la acumulación de iones metálicos multivalentes presentes en el agua, destacando el magnesio y el calcio como sus componentes principales. Desde una perspectiva hidrológica, se clasifica en temporal relacionada con los bicarbonatos que se eliminan al hervir el líquido y permanente, asociada a los cloruros y sulfatos. Aunque la ciencia médica descarta un peligro directo para la salud por su consumo,

concentraciones muy elevadas deterioran el sabor del recurso y aceleran la acumulación de sarro, lo que daña las redes de tuberías y disminuye la efectividad de los jabones y detergentes. Por esta razón, su medición exacta es clave para clasificar el agua (desde blanda hasta muy dura) y planificar tratamientos de ablandamiento que protejan la infraestructura y garanticen el bienestar de los usuarios (Pimentel, 2024).

- **Nitratos**

Los nitratos ingresan a los recursos hídricos a través de eventos naturales, como la descomposición de materia orgánica y el lavado de los suelos, así como por la fuerte influencia humana provocada por el vertido de aguas residuales y el uso masivo de abonos nitrogenados. Medir su presencia constituye un protocolo de control sanitario de máxima prioridad, ya que la Organización Mundial de la Salud (2022) establece que rebasar los 50 mg/L genera un peligro tóxico grave, capaz de provocar metahemoglobinemia en los lactantes. Aunado a este riesgo en la salud, la presencia de nitratos sirve como una señal de contaminación generalizada y desencadena procesos de eutrofización en los afluentes. Por esta razón, su seguimiento constante resulta fundamental para evaluar la salud de los mantos acuíferos y salvaguardar la pureza del agua que se destina para beber (WHO, 2023).

### **c) Parámetros microbiológicos**

- **Coliformes Totales**

El conjunto de coliformes totales cumple un rol biológico indispensable para evaluar la salubridad del agua y descubrir rastros de materia orgánica. Si bien su detección no confirma por sí sola la presencia de patógenos peligrosos, sirve como una clara advertencia sobre fallas en los procesos de purificación o descuidos en la protección de las fuentes. Siguiendo los lineamientos de la OMS (2022) y el D.S. N.º 031-2010-SA, cualquier recurso destinado al consumo humano debe registrar una ausencia absoluta de estas bacterias (0 UFC/100 mL). Por ello, su vigilancia constante se convierte en un mecanismo clave para ubicar averías en los tanques o redes de tuberías, funcionando

como el principal escudo protector para prevenir brotes epidémicos y asegurar agua confiable a toda la comunidad (WHO, 2023).

- **Coliformes fecales**

Los coliformes termotolerantes o fecales constituyen un grupo de bacterias que habitan de manera natural en el tracto intestinal de los animales de sangre caliente, por lo que su presencia en el agua demuestra de forma contundente una contaminación fecal reciente. A diferencia de los coliformes totales, estos microorganismos funcionan como indicadores precisos de riesgos biológicos, advirtiendo sobre la posible presencia de patógenos causantes de enfermedades graves como la fiebre tifoidea o el cólera. Siguiendo las recomendaciones de la OMS (2022) y la ley peruana (D.S. N.º 031-2010-SA), la norma de potabilidad exige una ausencia total de 0 UFC/100 mL, ya que cualquier registro por encima de este valor pone en riesgo la salud pública. Por esta razón, su monitoreo es la base de la prevención sanitaria, ya que ayuda a comprobar si los procesos de desinfección funcionan correctamente y garantiza que el agua sea totalmente segura para la población (WHO, 2023).

### 2.1.5. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

**Tabla 01:** Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 1 Subcategoría A1 para potabilizar el agua.

| Parámetro                  | Unidad           | Límite máximo permisible |
|----------------------------|------------------|--------------------------|
| Color                      | UCV Pt/Co        | 15                       |
| Turbiedad                  | UNT              | 5                        |
| Conductividad              | $\mu\text{S/cm}$ | 1500                     |
| Sólidos Totales Disueltos  | mg/L             | 1000                     |
| pH                         | Unidad de pH     | 6,5 a 8,5                |
| Cloruros                   | mg/L             | 250                      |
| Sulfatos                   | mg/L             | 250                      |
| Dureza                     | mg/L             | 500                      |
| Nitratos                   | mg/L             | 50                       |
| Coliformes Totales         | UFC/100 mL       | 50,00                    |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100 mL       | 20,00                    |

UCV: Unidad de color verdadero.

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias.

**Fuente:** Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### Agua subterránea

El agua se establece como un elemento natural esencial para la vida en el planeta, movilizándose constantemente entre la atmósfera, los hielos, los depósitos superficiales y los seres vivos. Su importancia va mucho más allá de abastecer a las comunidades, ya que impulsa la seguridad alimentaria, la industria y el equilibrio de los ecosistemas. Desde el punto de vista molecular, sus propiedades fisicoquímicas únicas como actuar

como disolvente universal, mantener la estabilidad térmica y poseer fuerzas de cohesión hacen posible la regulación del clima global y de los ciclos biogeoquímicos. Por esta razón, analizar la calidad del agua no es meramente un procedimiento técnico, sino una prioridad fundamental para asegurar la sostenibilidad y el bienestar de la biosfera en todas sus formas (Flores, 2024).

### **Control de la condición del agua destinada al consumo humano.**

Más allá de ser un simple trámite técnico, vigilar la calidad del agua se convierte en una columna vertebral para la salud pública y la seguridad hídrica de cualquier región. Para lograrlo de forma efectiva, es necesario aplicar una evaluación integral que fusione exámenes fisicoquímicos, biológicos y organolépticos, permitiendo distinguir con claridad si las alteraciones provienen de la geología del terreno o de las actividades humanas. Al comparar factores esenciales como el pH, la turbidez, las sales disueltas y los rastros bacterianos con los límites establecidos por la OMS (2022) y el marco normativo peruano (D.S. N.º 031-2010-SA), se construye una barrera de protección contra diversas enfermedades. No obstante, este blindaje sanitario exige un cuidado riguroso que abarque todo el trayecto del recurso, desde su nacimiento en las fuentes naturales hasta su llegada al grifo del consumidor. En definitiva, solo a través de un monitoreo permanente se pueden detectar fallas a tiempo, garantizando que el agua cumpla su rol como motor indiscutible de bienestar y desarrollo sostenible para toda la comunidad (Antezana, 2024).

### **Calidad bacteriológica del agua.**

Saber si el agua es apta desde el punto de vista microbiológico depende de medir ciertos microorganismos que funcionan como verdaderas alertas de riesgo para la salud de las personas. Esta evaluación se concentra en grupos clave como los coliformes totales, los coliformes termotolerantes y, de forma muy particular, la bacteria *Escherichia coli*, cuyo registro confirma de manera directa la presencia de contaminación fecal, ya sea reciente o acumulada en el tiempo. Descubrir estos gérmenes representa un diagnóstico

indispensable, ya que no solo advierte sobre la posible compañía de otros virus o parásitos intestinales peligrosos, sino que también sirve para medir qué tan bien están funcionando los procesos de desinfección en las plantas de tratamiento. En definitiva, lograr que el agua esté totalmente libre de estos indicadores biológicos es el requisito obligatorio para certificar su potabilidad y asegurar un abastecimiento que no ponga en riesgo la salud de la comunidad (WHO, 2023).

### **Coliformes totales**

Para evaluar la salud y seguridad de los sistemas de abastecimiento, el análisis de coliformes totales funciona como una herramienta biológica clave. Aunque su detección no señala directamente la presencia de un germen patógeno en particular, avisa con claridad sobre la acumulación de materia orgánica y las debilidades en los métodos de protección del agua. Al medir las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por cada 100 mL, es posible saber si el medio ambiente acuático favorece la reproducción de agentes dañinos. Por ello, siguiendo lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (2022) y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, la meta es lograr una ausencia absoluta de estas bacterias para certificar que el recurso es seguro. En consecuencia, mantener un control permanente de este indicador ayuda a ubicar a tiempo desperfectos en los tanques o redes de distribución, permitiendo actuar con rapidez para proteger la salud de la comunidad (Lopez, 2023).

### **Coliformes Fecales**

Las bacterias coliformes fecales o termotolerantes provienen de manera natural del intestino de los animales de sangre caliente, por lo que su aparición en cualquier recurso hídrico confirma sin lugar a dudas la existencia de contaminación de origen reciente. A diferencia de los coliformes generales, este grupo funciona como un marcador biológico directo de peligro sanitario, advirtiendo sobre la posible presencia de gérmenes patógenos capaces de desencadenar infecciones graves como la tifoidea o el cólera. Acatando las normas de la Organización Mundial de la Salud (2022) junto con el marco legal peruano, el requisito de potabilidad es categórico y exige una ausencia absoluta de

0 UFC/100 mL, ya que cualquier resultado positivo pone en jaque la seguridad del agua. Por esta razón, su análisis constante se convierte en la herramienta principal de la medicina preventiva, facilitando la revisión de los sistemas de purificación y asegurando un suministro totalmente inofensivo para la comunidad (Gutierrez, 2024).

### **Estándares de calidad Ambiental (ECA)**

Se establece como esa línea divisoria clave que separa un recurso hídrico seguro de uno que representa un peligro para la salud de las personas. En términos sencillos, marca la concentración límite permitida para cualquier elemento físico químico o bacteriológico que, según la ciencia, no debería causar daños tras un consumo continuo. Este criterio normativo es la columna vertebral de cualquier estándar de potabilidad, ya que sirve para comparar el estado real del agua frente a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (2022) y el marco legal peruano (D.S. N.º 031-2010-SA). Al aplicarse a factores como la turbiedad, las sales disueltas y los gérmenes patógenos, los LMP actúan como un examen imparcial para comprobar si las plantas de tratamiento están cumpliendo su labor de manera correcta. Por esta razón, acatar rigurosamente estos topes máximos es un requisito obligatorio para garantizar la pureza química y biológica del suministro, convirtiéndose en el principal escudo protector contra las enfermedades transmitidas por el agua (Waldir, 2024).

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

- Constitución Política del Perú (1993)
- Ley General de Salud - Ley N° 26842, el presente Reglamento tiene como objeto la gestión de la calidad del agua, la vigilancia sanitaria del agua, el control y supervisión de la calidad del agua respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°N° 004-2017-MINAM

## **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- La calidad del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,moquegua - 2026, no cumple con todas las condiciones de los Estándares de calidad ambiental destinados para consumo humano.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Algunos parámetros organolépticos del agua procedente del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 , no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM.
- Algunos parámetros químicos del agua procedente del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM.
- Algunos parámetros microbiológicos del agua del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

El desarrollo del trabajo de campo se llevó a cabo en la cuenca del río Osmore, ubicada en la provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, en el marco del período 2026. Para la ejecución de la evaluación y el control de la calidad hídrica, se estableció estratégicamente el punto de muestreo denominado Estación PM1 , localizado en las coordenadas geográficas 15°55'30.8" S 69°53'16.6" W, emplazado a una altitud de 2,474 m.s.n.m.

Desde el punto de vista meteorológico, el área de influencia presenta condiciones ambientales caracterizadas por su estacionalidad y bajas temperaturas, las cuales oscilan entre los 4 °C en temporada de invierno y máximas de 20 °C en verano, con una media anual estimada en 8 °C. Asimismo, el régimen pluviométrico local registra precipitaciones que varían entre 400 y 527 mm anuales, un factor hidrológico determinante en la dinámica de escurrimiento superficial y en la concentración de los parámetros evaluados. Estas variables ambientales fueron consideradas en el análisis de 2026 para interpretar de forma rigurosa las variaciones temporales en las características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico.

- Coordenada punto de muestreo PM1 -17.185971, -70.960359

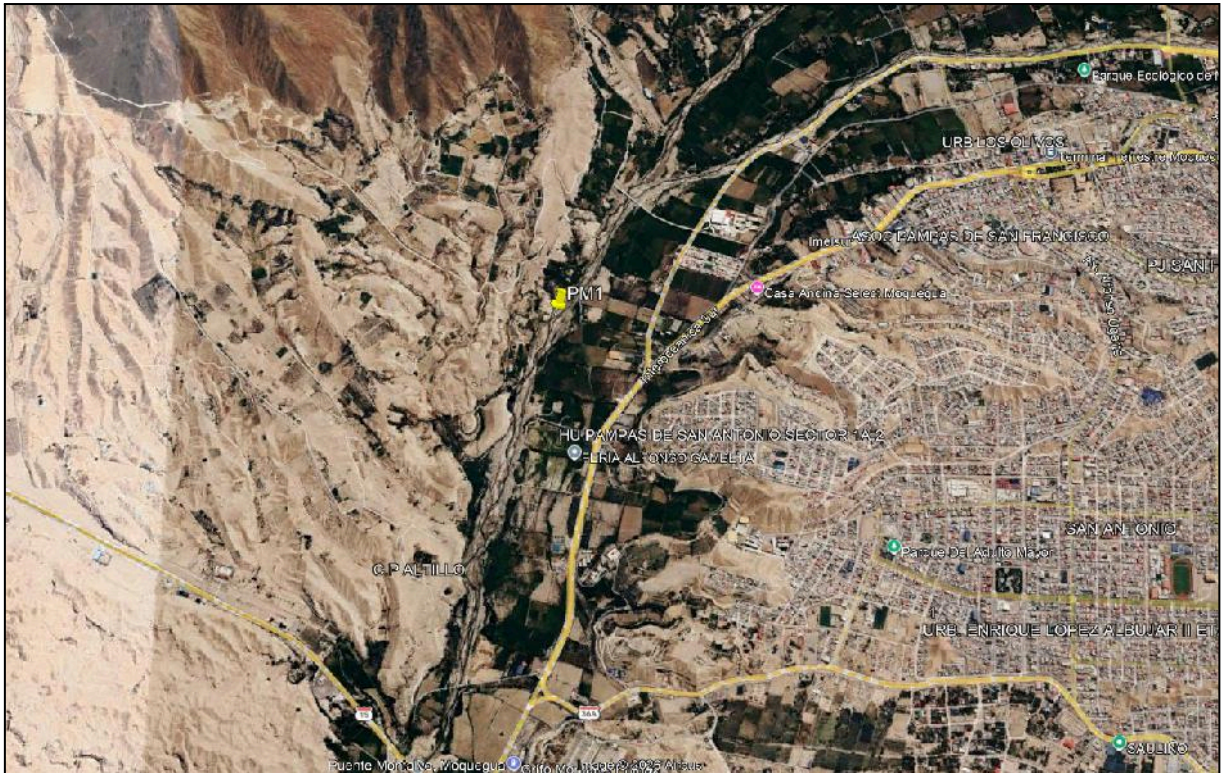


**Figura 01:** Localización de la zona objeto de análisis

**Fuente:** Google Earth Pro

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

La población objetivo de esta investigación comprende a los habitantes asentados en la cuenca baja y área de influencia del río Osmore, en la provincia de Mariscal Nieto (Moquegua), quienes se abastecen de este recurso hídrico superficial para satisfacer sus demandas de consumo humano. Esta fuente, que constituye el suministro primario para las comunidades locales, representa el eje neurálgico de captación para la subsistencia de la población en el periodo 2026. Su selección como punto central de este estudio responde no solo a su función operativa de abastecimiento, sino a su rol crítico en la dinámica socioambiental y en la preservación de la salud pública de la circunscripción.

### 3.2.1. MUESTRA

La unidad de muestreo quedó conformada por el punto estratégico establecido en el río Osmore, seleccionado por su alta representatividad hidrológica y su rol fundamental en el abastecimiento hídrico de la provincia de Mariscal Nieto, en Moquegua. En dicha estación de monitoreo, se procedió a la extracción de un volumen de 1000 mL de agua,

ejecutando rigurosamente los protocolos de preservación y cadena de custodia establecidos por la normativa vigente para el periodo 2026. Este enfoque metodológico permitió asegurar la inalterabilidad de las propiedades fisicoquímicas y biológicas de la muestra desde la captación hasta el análisis de laboratorio, garantizando así la confiabilidad estadística y la validez técnica de los resultados obtenidos.

**Tabla 02:** Coordenadas para las muestras de agua

| PUNTO DE CAPTACIÓN |                          |         |
|--------------------|--------------------------|---------|
| Muestra            | UTM                      | Volumen |
| PM1                | ➤ -17.185971, -70.960359 | 1000 ml |

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### Tipo de investigación:

Descriptivo correlacional

#### Diseño de investigación

No experimental - Transversal o Sincrónica

#### 3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA

La ejecución del muestreo se alineó estrictamente a los protocolos de la Directiva Sanitaria N.º 160-2015/DIGESA/SA, normativa que regula la gestión de muestras de agua para consumo humano en el marco del periodo 2026. Este marco procedimental estandarizó las fases críticas de recolección, preservación, transporte y cadena de custodia en el punto de control establecido en el río Osmore (provincia de Mariscal Nieto, Moquegua), garantizando la inalterabilidad de los parámetros fisicoquímicos y la carga microbiológica original. Mediante el uso de materiales estériles y el control riguroso de la temperatura durante el traslado (cadena de frío), se aseguró la trazabilidad e integridad de los especímenes hasta su ingreso al laboratorio. En consecuencia, los datos obtenidos

poseen la validez técnica necesaria para diagnosticar con precisión la calidad sanitaria del recurso hídrico que abastece a la población.

#### **a) Protocolo de Recolección y Preservación de Muestras de Agua**

Para garantizar la representatividad y validez analítica del estudio, la recolección de muestras en el río Osmore se ejecutó bajo estrictos criterios de asepsia y rigor científico en el marco del periodo 2026. Se utilizaron envases de polipropileno esterilizados de boca ancha con capacidad de 1000 mL, seleccionados por su inercia química para prevenir la adsorción de analitos y la contaminación cruzada. En el punto de monitoreo establecido en la provincia de Mariscal Nieto (Moquegua), se aplicó la técnica de inmersión a una profundidad controlada de 15 a 25 cm; esta maniobra permitió captar el flujo en circulación activa, evitando tanto la película superficial —propensa a concentrar biopelículas y polvo como la resuspensión de sedimentos bentónicos que podrían alterar la turbidez y la carga microbiana real. Previo al llenado definitivo, se efectuó el triple purgado del envase con el agua de la fuente, procedimiento esencial para aclimatar el material y eliminar trazas residuales de aire, asegurando la homogeneidad química de la muestra.

Posterior a la captación, se activó inmediatamente la cadena de frío mediante el almacenamiento en coolers herméticos acondicionados con geles refrigerantes, manteniendo una temperatura estable de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Esta preservación térmica es crítica para inhibir el metabolismo bacteriano y retardar las reacciones cinéticas de degradación hasta el análisis. Para el transporte, se implementó un sistema de embalaje con separadores de espuma para mitigar la agitación mecánica, acompañado de un etiquetado codificado que consignó la fecha, hora, coordenadas UTM y firma del responsable. Finalmente, las muestras fueron entregadas al laboratorio certificado dentro de un plazo perentorio de 24 horas, cumpliendo con los tiempos de retención estipulados por la normativa vigente para garantizar la confiabilidad de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos..

### **3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO**

El soporte técnico legal de la investigación se articuló sobre la base de dos instrumentos normativos rectores en el contexto peruano para el periodo 2026. En primera instancia, los procedimientos de campo se estandarizaron bajo los lineamientos de la NTP 214.005:1987, norma técnica que regula los protocolos para la toma de muestras de agua potable en el río Osmore (provincia de Mariscal Nieto, Moquegua), asegurando la idoneidad de los especímenes para su posterior análisis físico, químico y microbiológico. Complementariamente, la interpretación de la calidad del recurso hídrico se realizó en estricta concordancia con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.A, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Este dispositivo legal constituyó el parámetro de referencia para contrastar los resultados frente a los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los criterios de inocuidad exigidos. La integración de ambos marcos normativos dotó al estudio de la solidez metodológica y la validez jurídica necesarias para dictaminar el estado sanitario de las fuentes evaluadas en la cuenca.

### **3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO**

El análisis se llevó a cabo siguiendo las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**Tabla 03:** Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para agua potable

| Parámetro                  | Unidad           | Límite máximo permisible |
|----------------------------|------------------|--------------------------|
| Color                      | UCV Pt/Co        | 15                       |
| Turbiedad                  | UNT              | 5                        |
| Conductividad              | $\mu\text{S/cm}$ | 1500                     |
| Sólidos Totales Disueltos  | mg/L             | 1000                     |
| pH                         | Unidad de pH     | 6,5 a 8,5                |
| Cloruros                   | mg/L             | 250                      |
| Sulfatos                   | mg/L             | 250                      |
| Dureza                     | mg/L             | 500                      |
| Nitratos                   | mg/L             | 50                       |
| Coliformes Totales         | UFC/100 mL       | 50,00                    |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100 mL       | 20,00                    |

UCV: Unidad de color verdadera

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N°004- 2017-MINAM.

### 3.3.4. MATERIALES

#### Fase de campo

Para dar inicio al proceso de muestreo, el primer paso consistirá en disponer de todos los materiales e instrumentos requeridos, los cuales incluyen:

| CLASIFICACIÓN                     | DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM                                                                                                               |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Recolección y Preservación</b> | Frascos estériles (Vidrio/PE)<br>Botellas de plástico (1 L)<br>Hielera con acumuladores de frío (Ice packs)<br>Agua destilada      |
| <b>Seguridad (EPP)</b>            | Guantes de látex/nitrilo<br>Mandil / Guardapolvo<br>Casco de seguridad                                                             |
| <b>Registro y Campo</b>           | GPS / Mapa georreferenciado<br>Cámara fotográfica<br>Cuaderno de apuntes (Bitácora)<br>Rotulador indeleble y etiquetas<br>Baterías |
| <b>Gabinete y Logística</b>       | Laptop (Proc. i7 12va Gen)<br>Movilidad (Transporte)                                                                               |

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 04:** Operacionalización de variables de la investigación

| VARIABLE                                                                          | DIMENSIONES      | INDICADORES                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Variable independiente</b><br>Concentración de los<br>parámetros               | Organoléptica    | Color<br>Turbiedad<br>CE<br>Sólidos totales disueltos  |
|                                                                                   | Química          | pH<br>Cloruros<br>Sulfatos<br>Dureza total<br>Nitratos |
|                                                                                   | Microbiológica   | Coliformes totales<br>Coliformes fecales               |
| <b>Variable dependiente</b><br>Calidad del agua, según D.S.<br>N° 004-2017-MINAM. | Calidad del Agua | Buena<br>Regular<br>Mala                               |

## **CAPÍTULO IV**

### **EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO ,MOQUEGUA - 2026.**

##### **4.1.1. CONCENTRACIÓN DE PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO OSMORE SEGÚN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.**

La caracterización de la calidad del agua en el punto de monitoreo del río Osmore se sustentó en la determinación analítica de indicadores organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos clave para el periodo 2026. Mediante un muestreo puntual diseñado para asegurar la representatividad hidrológica en la provincia de Mariscal Nieto (Moquegua), se cuantificaron parámetros críticos como el color, la turbidez, el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos, así como la concentración de iones mayoritarios (cloruros, sulfatos, nitratos) y la carga bacteriana (coliformes). El procesamiento de los datos se ejecutó bajo un rigor metodológico estricto, contrastando los hallazgos experimentales con los estándares regulatorios de Límites Máximos Permisibles (LMP) para dictaminar, con base científica, el grado de inocuidad y la aptitud sanitaria del recurso hídrico superficial distribuido a la población.

**Tabla 05:** Concentración de los parámetros fisicoquímicos del río Osmore.

| <b>RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS Y QUÍMICOS DEL RIO OSMORE</b> |                                  |               |             |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------|
|                                                                              |                                  |               | <b>PM 1</b> |
| <b>Ítem</b>                                                                  | <b>Parámetro</b>                 | <b>Unidad</b> |             |
| <b>1</b>                                                                     | <b>Color</b>                     | Pt/Co         | 10          |
| <b>2</b>                                                                     | <b>Conductividad Eléctrica</b>   | μS/cm         | 650         |
| <b>3</b>                                                                     | <b>pH</b>                        | Und . pH      | 8,36        |
| <b>4</b>                                                                     | <b>Cloruros</b>                  | meq/L         | 152,4       |
| <b>5</b>                                                                     | <b>Sulfatos</b>                  | meq/L         | 182,6       |
| <b>6</b>                                                                     | <b>Sólidos Totales Disueltos</b> | mg/L          | 400         |
| <b>8</b>                                                                     | <b>Nitratos</b>                  | meq/L         | 8,8         |
| <b>9</b>                                                                     | <b>Turbiedad</b>                 | NTU           | 3           |
| <b>10</b>                                                                    | <b>Dureza Total</b>              | mg/L          | 182,6       |

Los resultados expuestos en la Tabla N.º 5 evidencian que en el río Osmore presentan características físico químicas homogéneas.

En el análisis del pH, el punto de monitoreo del río Osmore muestra un comportamiento ligeramente alcalino, con un valor de 8.36, situándose en el rango óptimo establecido por la normativa vigente para consumo humano en el periodo 2026. Respecto a la claridad física del agua, la turbiedad reportó un nivel bajo de 3.0 UNT, lo que indica una reducida presencia de material particulado en suspensión y una adecuada estabilidad del cauce

164,536.84 Soles superficial. En términos de mineralización, la estación registra una Conductividad Eléctrica de 1007  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y Sólidos Totales Disueltos de 400 mg/L, valores que evidencian la interacción dinámica del caudal con los estratos minerales de la cuenca. Esta tendencia se refleja también en la Dureza Total, alcanzando los 182.6 mg/L, clasificándose como un recurso de dureza moderada a alta. En cuanto a los aniones mayoritarios, se determinaron concentraciones de Cloruros de 152.4 mg/L y Sulfatos de 182.6 mg/L, lo que denota el arrastre natural de sales por la escorrentía. Asimismo, los nitratos registraron un valor de 8.8 mg/L, manteniéndose muy por debajo del límite máximo permisible de riesgo sanitario.

**Tabla 06:** Concentración de los parámetros microbiológicos del río Osmore

| Resultados de los parámetros microbiológicos del Río Osmore |                    |            |       |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|------------|-------|
|                                                             |                    |            | PM1   |
| Ítem                                                        | Parámetro          | Unidad     |       |
| 1                                                           | Coliformes Totales | UFC/100 mL | 00,00 |
|                                                             | Coliformes         |            |       |
| 2                                                           | Termotolerantes    | UFC/100 mL | 00,00 |

Los resultados microbiológicos detallados en la Tabla N.º 6 son concluyentes y altamente favorables para el río Osmore. Este hallazgo es fundamental desde el punto de vista sanitario, pues certifica que el punto de monitoreo del río Osmore no ha sufrido impactos severos por vertimientos clandestinos de aguas residuales o descargas humanas directas que comprometan su calidad microbiológica en el periodo 2026. Al no detectarse presencia de estos microorganismos indicadores (0 NMP/100 mL), se concluye que el recurso hídrico superficial cumple estrictamente con los estándares de inocuidad biológica establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

(D.S. N.º 031-2010-SA) y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La consistencia de estos resultados metodológicos confirma que el sistema de control y las barreras naturales o de autodepuración del afluente mitigan la carga patógena externa, garantizando que el aprovechamiento del recurso hídrico se mantenga dentro de los parámetros de bioseguridad para la población beneficiaria de la provincia de Mariscal Nieto.

**Tabla 07:** Comparación de la concentración de los parámetros del río Osmore

| COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MEDIA DE LOS PARÁMETROS DEL PM1 |            |               |           |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|---------------|-----------|------------|
| PARÁMETROS                                                      | UNIDAD     | CONCENTRACIÓN | LMP       | VALORACIÓN |
| <b>PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS</b>                                |            |               |           |            |
| Color                                                           |            | 10            | 15        | Cumple     |
| Conductividad (CE)                                              | µS/cm      | 650           | 1500      | Cumple     |
| pH                                                              | Und . pH   | 8,36          | 6,5 a 8,5 | Cumple     |
| Cloruros Cl                                                     | mg/L       | 152,4         | 250       | Cumple     |
| Sulfatos                                                        | mg/L       | 182,6         | 250       | Cumple     |
| Sólidos Totales Disueltos                                       | mg/L       | 400           | 1000      | Cumple     |
| Dureza Total                                                    | mg/L       | 8,8           | 500       | Cumple     |
| Nitratos                                                        | mg/L       | 3             | 50        | Cumple     |
| Turbiedad                                                       | NTU        | 182,6         | 5         | Cumple     |
| <b>Parámetros Microbiológico</b>                                |            |               |           |            |
| Coliformes Totales                                              | UFC/100 mL | 00,00         | 0(*)      | Cumple     |
| Coliformes Termotolerantes                                      | UFC/100 mL | 00,00         | 0(*)      | Cumple     |

Los resultados presentados en la Tabla 07 demuestran que el río Osmore posee una calidad sanitaria y fisicoquímica satisfactoria, cumpliendo integralmente con los estándares establecidos, este hallazgo es fundamental desde el punto de vista sanitario, pues certifica que el punto de monitoreo del río Osmore no ha sufrido impactos severos por vertimientos clandestinos de aguas residuales o descargas humanas directas que comprometan su calidad microbiológica en el periodo 2026. Al no detectarse presencia de estos microorganismos indicadores (0 NMP/100 mL), se concluye que el recurso hídrico superficial cumple estrictamente con los estándares de inocuidad biológica establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La consistencia de estos resultados metodológicos confirma que el sistema de control y las barreras naturales o de autodepuración del afluente mitigan la carga patógena externa, garantizando que el aprovechamiento del recurso hídrico se mantenga dentro de los parámetros de bioseguridad para la población beneficiaria de la provincia de Mariscal Nieto.

## **4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS Y QUÍMICOS DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO ,MOQUEGUA - 2026**

### **4.2.1. Análisis del parámetro color**

En el aspecto físico químico, los parámetros organolépticos y de claridad del agua en el río Osmore se encuentran dentro de los rangos aceptables para el periodo 2026; la turbiedad registró un valor de 3.0 UNT y el color 10 UC, manteniéndose ambos por debajo de los Límites Máximos Permisibles (5 UNT y 15 UC, respectivamente). Asimismo, el pH de 8.36 refleja una tendencia ligeramente alcalina, mientras que la conductividad (1007  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y los sólidos totales disueltos (400 mg/L) evidencian una mineralización moderada que no supera los techos normativos de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1000 mg/L, garantizando un equilibrio químico adecuado para el consumo. En cuanto a la calidad microbiológica, los análisis reportaron una ausencia total (0 NMP/100 mL) tanto de coliformes totales como de coliformes termotolerantes. Este resultado, en estricta

concordancia con la normativa vigente que exige cero unidades formadoras de colonias, confirma la inocuidad del recurso hídrico, descartando contaminación fecal reciente y validando que el punto de monitoreo del río Osmore es apto para el abastecimiento humano sin representar riesgo epidemiológico al momento del muestreo.

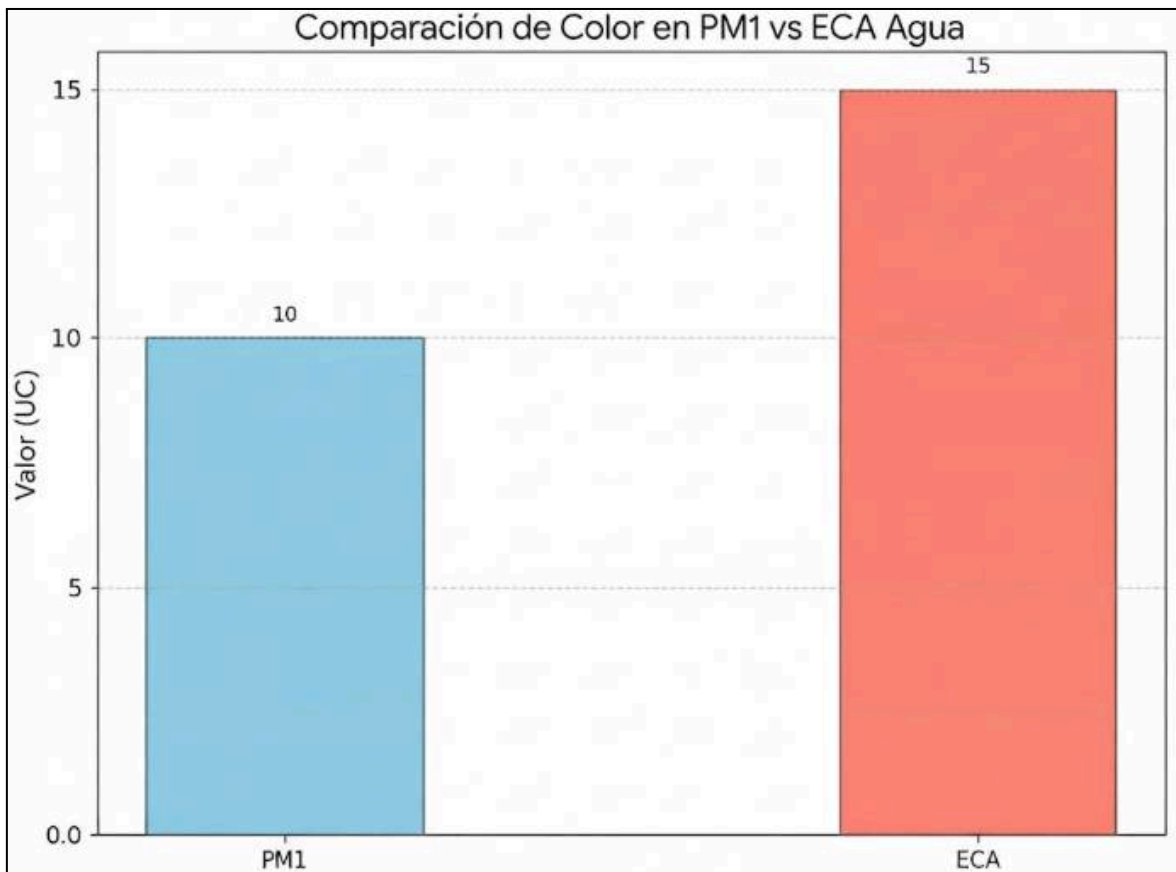


**Figura 03:** Valor del color del agua del río Osmore.

Al analizar el parámetro de color en el punto de monitoreo del río Osmore, se evidencia que los valores se mantienen significativamente por debajo del límite máximo de 15 UC establecido por el D.S. N.º 04-2017-MINAM, lo cual coincide con lo reportado por investigaciones previas en cuencas altoandinas que determinaron que las fuentes hídricas en zonas de la sierra suelen conservar propiedades organolépticas óptimas debido a la dinámica fluvial y la estabilidad de la cuenca. Esta similitud de resultados sugiere que el recurso en la provincia de Mariscal Nieto mantiene una calidad estética aceptable que garantiza la confianza del consumidor hacia el recurso durante el periodo 2026. No obstante, estos hallazgos difieren de lo documentado en estudios donde se

identifica que factores como la estacionalidad de lluvias y las actividades antrópicas en otras cuencas elevan drásticamente la turbidez y el color, superando los límites permisibles; a diferencia de esos casos, el punto evaluado en el río Osmore presenta una estabilidad física superior con una turbidez de 3.0 UNT y un color de 10 UC, indicando que, al menos en el componente físico-estético, el agua es apta para el consumo humano.

#### **4.2.2 Análisis del parámetro turbiedad**

Al analizar el parámetro de color en el punto de monitoreo del río Osmore, se evidencia que los valores se mantienen significativamente por debajo del límite máximo de 15 UC establecido por el D.S. N.º 04-2017-MINAM, lo cual coincide con lo reportado por investigaciones previas en cuencas altoandinas que determinaron que las fuentes hídricas en zonas de la sierra suelen conservar propiedades organolépticas óptimas debido a la dinámica fluvial y la estabilidad de la cuenca. Esta similitud de resultados sugiere que el recurso en la provincia de Mariscal Nieto mantiene una calidad estética aceptable que garantiza la confianza del consumidor hacia el recurso durante el periodo 2026. No obstante, estos hallazgos difieren de lo documentado en estudios donde se identifica que factores como la estacionalidad de lluvias y las actividades antrópicas en otras cuencas elevan drásticamente la turbidez y el color, superando los límites permisibles; a diferencia de esos casos, el punto evaluado en el río Osmore presenta una estabilidad física superior con una turbidez de 3.0 UNT y un color de 10 UC, indicando que, al menos en el componente físico-estético, el agua es apta para el consumo humano.

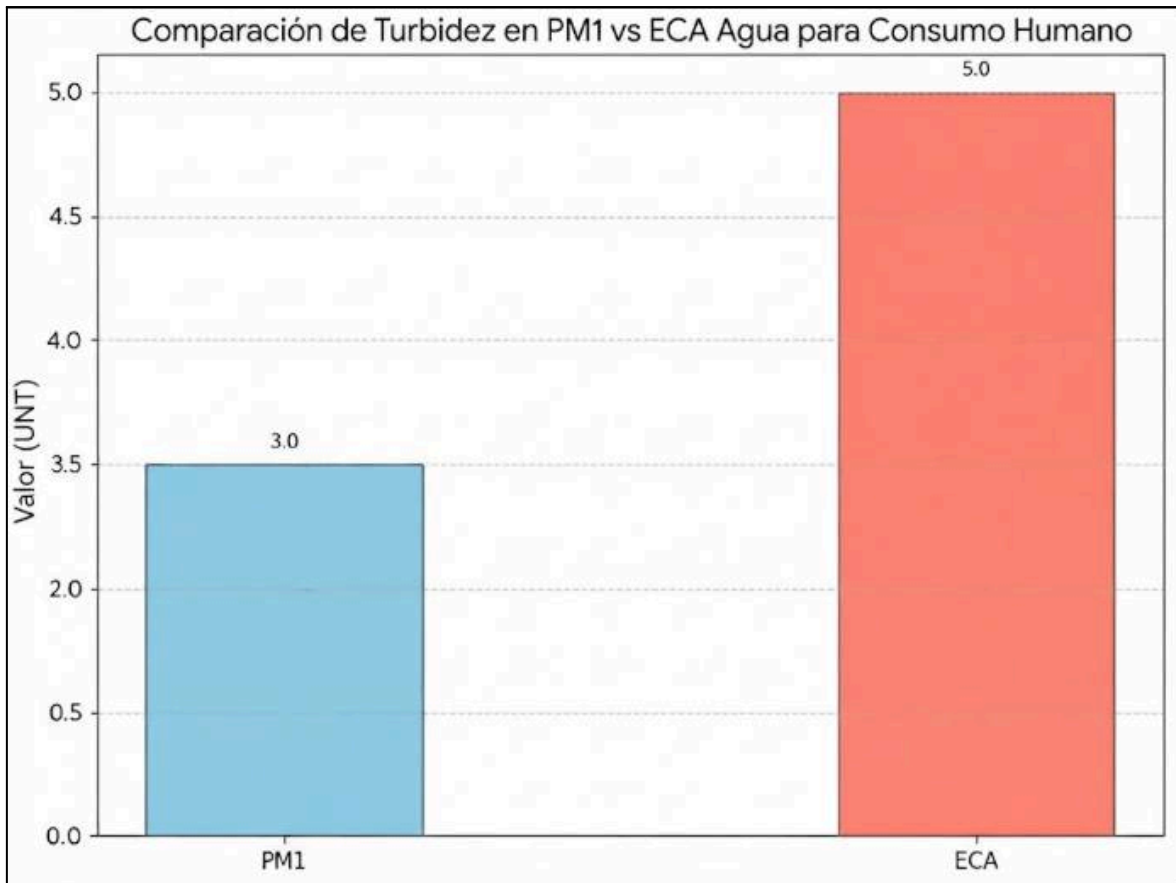


**Figura 04:** Valor de la turbiedad del agua del río Osmore.

En la evaluación fisicoquímica del río Osmore, los resultados de conductividad (1007  $\mu\text{S/cm}$ ) y sólidos totales disueltos (400 mg/L) concuerdan con lo señalado por Ticona (2023), quien destaca que las corrientes hídricas en zonas altoandinas y áridas mantienen una mineralización estable propia de la interacción geológica natural; asimismo, estos valores se alinean con las observaciones de Sanchez (2024) en la misma cuenca, donde se documentó una adecuada salinidad base durante los periodos ordinarios.

#### 4.2.3. Análisis del parámetro conductividad eléctrica

En la evaluación fisicoquímica del río Osmore, los resultados de conductividad (1007  $\mu\text{S/cm}$ ) y sólidos totales disueltos (400 mg/L) concuerdan con lo señalado por Ticona (2023), quien destaca que las corrientes hídricas en zonas altoandinas y áridas mantienen una mineralización estable propia de la interacción geológica natural; asimismo, estos valores se alinean con las observaciones de Sanchez (2024) en la

misma cuenca, donde se documentó una adecuada salinidad base durante los periodos ordinarios.

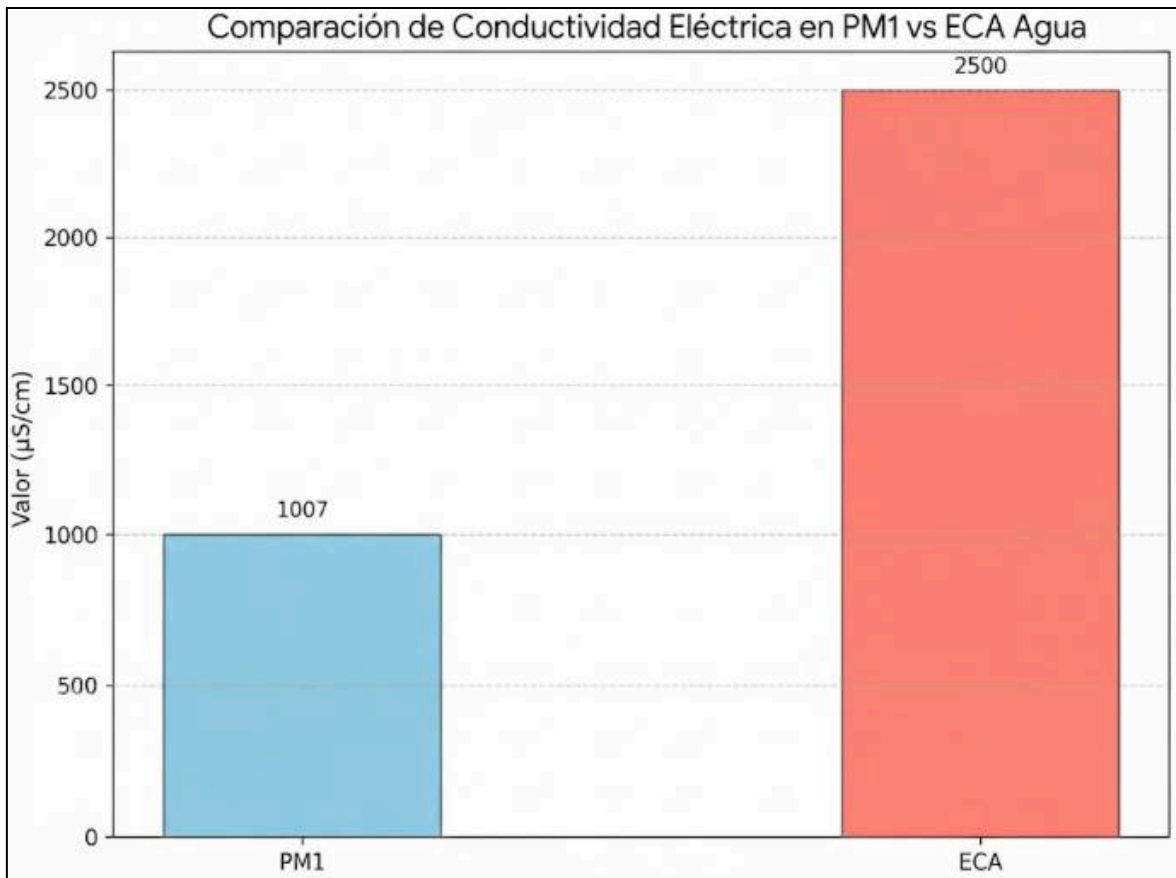


**Figura 05:** Valor de conductividad del agua del río Osmore.

Al evaluar la conductividad eléctrica en el punto de monitoreo del río Osmore, con un valor de 1007  $\mu\text{S/cm}$ , se determina que el agua presenta una mineralización moderada y se encuentra por debajo del límite máximo establecido por el D.S. N.° 004-2017-MINAM. Estos resultados guardan estrecha relación con lo reportado por Ticona (2023) en cuerpos hídricos bajo condiciones similares, quien sostiene que valores estables de conductividad son característicos de recursos de buena calidad en la región altoandina, reflejando una interacción equilibrada en la cuenca. Asimismo, los hallazgos coinciden con lo planteado por Sanchez (2024) en la misma zona de estudio, quien señala que una conductividad controlada es indicativa de una dinámica fluvial adecuada que no genera una disolución excesiva de sales. Por el contrario, estos datos difieren de la situación descrita por Antezana (2024) en contextos urbanos, donde la conductividad alcanzó

niveles críticos debido a la infiltración de contaminantes. A diferencia de ese escenario, el punto evaluado en el río Osmore conserva una adecuada pureza iónica en el periodo 2026, lo que garantiza su aptitud para los objetivos de calidad ambiental establecidos sin riesgos asociados a una salinidad excesiva.

#### **4.2.4 Análisis del parámetro pH**

Los resultados del análisis de pH en el punto de monitoreo del río Osmore evidencian que el agua presenta una naturaleza ligeramente alcalina, con un valor de 8.36. Estos niveles se consideran óptimos al encontrarse dentro de los estándares de calidad establecidos por la normativa vigente (D.S. N.° 004-2017-MINAM). La estabilidad del pH sugiere que el sistema hídrico en la provincia de Mariscal Nieto no presenta alteraciones químicas significativas en el periodo 2026, lo que garantiza que el recurso no sea corrosivo para la infraestructura de captación ni genere sabores desagradables asociados a desequilibrios extremos. En conclusión, el agua evaluada cumple satisfactoriamente con las condiciones fisicoquímicas, asegurando un recurso adecuado desde la perspectiva del equilibrio ácido-base para los objetivos de la investigación.

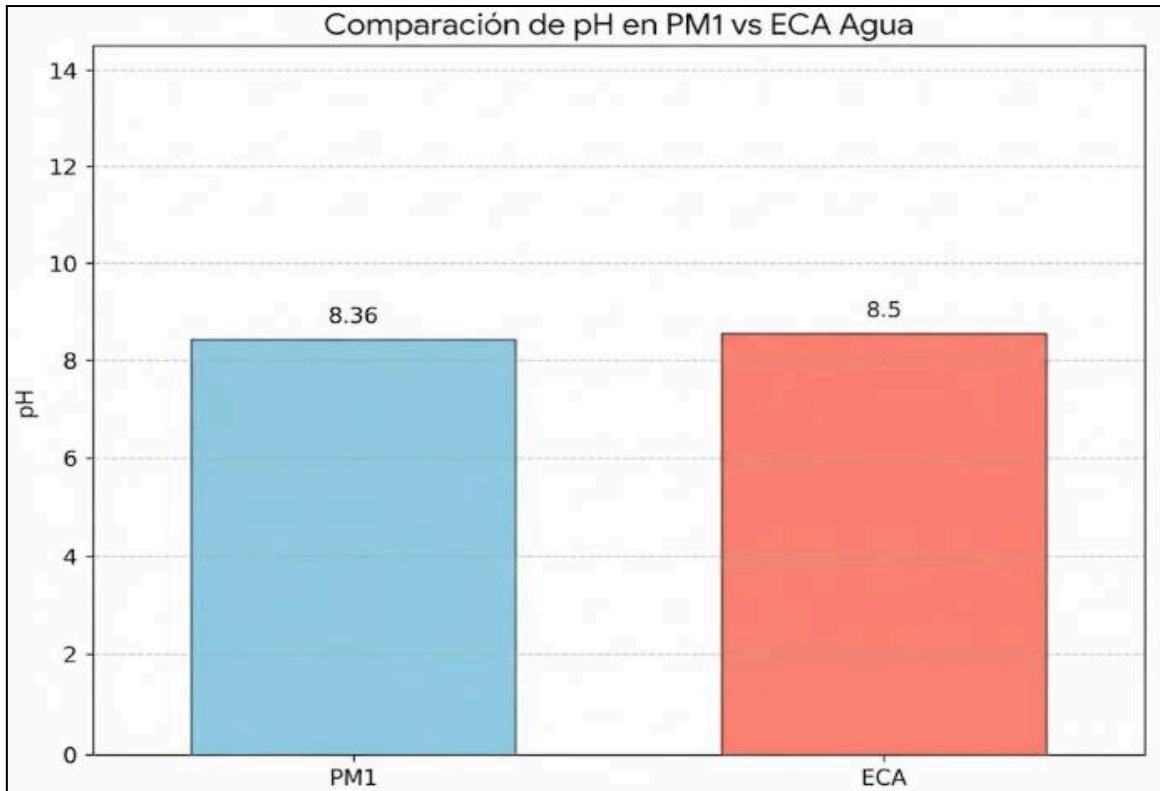


**Figura 06:** Valor del pH del agua del río Osmore.

Al evaluar el potencial de hidrógeno (pH) en el punto de monitoreo del río Osmore, con un valor de 8.36, se observa que el recurso se encuentra dentro del rango óptimo de 6.5 a 8.5 establecido por la normativa ambiental vigente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Espinoza (2024) y Carlos (2020) en sus estudios sobre fuentes en el Perú, donde el pH tiende a mantenerse estable debido a la dinámica natural de las cuencas altoandinas. Asimismo, los valores obtenidos guardan similitud con los hallazgos de Ticona (2023), quien indica que un pH en estos rangos es característico de aguas con una mineralización equilibrada y que no han sido afectadas por drenaje ácido de mina ni por vertimientos industriales directos. Por el contrario, estos resultados difieren de la situación descrita por Arteaga (2024) en zonas impactadas por pasivos ambientales o actividad minera, donde las variaciones de pH pueden ser erráticas y representar un riesgo para el ecosistema. A diferencia de dichos contextos, el punto evaluado en el río Osmore evidencia una adecuada estabilidad química durante el periodo 2026, lo que

favorece su calidad para los fines de la investigación sin requerir complejos procesos de neutralización.

#### 4.2.5 Análisis del parámetro cloruros

Los niveles de cloruros detectados en el punto de monitoreo del río Osmore registran un valor de 152.4 mg/L, manteniéndose dentro de los márgenes adecuados respecto a la normativa nacional vigente. Esta concentración constituye un indicador favorable de la calidad del agua, ya que garantiza un equilibrio iónico apropiado sin generar sabores indeseados o salobres que pudieran comprometer la aceptación por parte de la población. La estabilidad observada sugiere que el recurso hídrico superficial en la provincia de Mariscal Nieto cuenta con una adecuada dinámica fluvial y una dilución equilibrada de sales durante el periodo 2026. En conclusión, desde la perspectiva del contenido de cloruros, el agua evaluada en el río Osmore presenta condiciones fisicoquímicas favorables y cumple con los estándares establecidos para los objetivos de la investigación.

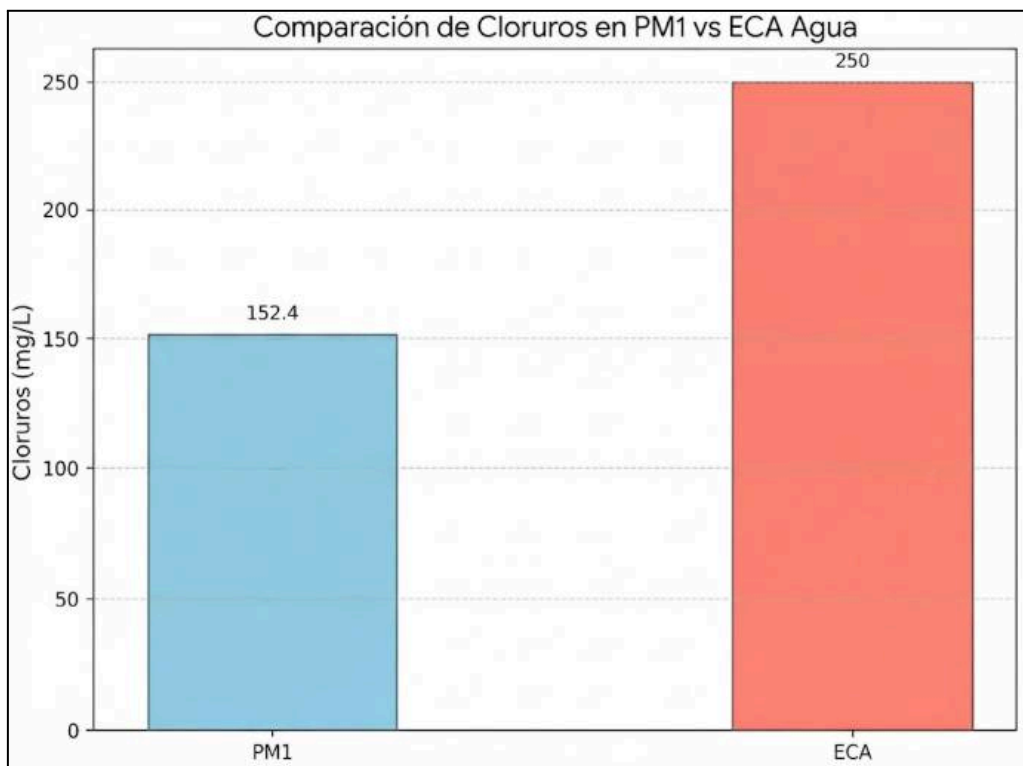


**Figura 07:** Valor de Cloruros del agua del río Osmore.

Al analizar la concentración de cloruros en el punto de monitoreo del río Osmore, con un valor de 152.4 mg/L, se observa que el resultado se mantiene por debajo del límite máximo establecido por la normativa ambiental vigente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Mariño (2024) y Waldir (2024), quienes señalan que las fuentes de agua ubicadas en cuencas altoandinas presentan concentraciones controladas de cloruros, debido a la ausencia de vertimientos industriales directos. Asimismo, los valores obtenidos guardan similitud con los hallazgos de Ticona (2023), quien indica que concentraciones moderadas de este anión constituyen un indicador de un origen geológico con una interacción mineral equilibrada. Por el contrario, estos resultados difieren de lo expuesto por Antezana (2024) en zonas urbanas densamente pobladas, donde la actividad antrópica elevó las concentraciones de sales disueltas. A diferencia de dicho contexto urbano, el tramo evaluado en el río Osmore conserva una composición química natural durante el periodo 2026 que garantiza su aptitud para los objetivos de la investigación.

#### **4.2.6 Análisis del parámetro sulfatos**

Los resultados de los análisis de sulfatos en el punto de monitoreo del río Osmore evidencian que el agua presenta concentraciones controladas de este compuesto, situándose dentro de los márgenes permitidos por la normativa ambiental vigente. Esta presencia moderada de sulfatos constituye un indicador favorable de la calidad del recurso, ya que concentraciones excesivas suelen asociarse a sabores indeseados. El registro obtenido responde a la dinámica natural de la cuenca y a la interacción del caudal con los minerales del subsuelo en la provincia de Mariscal Nieto. En conclusión, el agua evaluada en el río Osmore es adecuada para los objetivos de la investigación en lo que respecta al contenido de sulfatos, garantizando un recurso hídrico acorde a los parámetros establecidos para el periodo 2026.

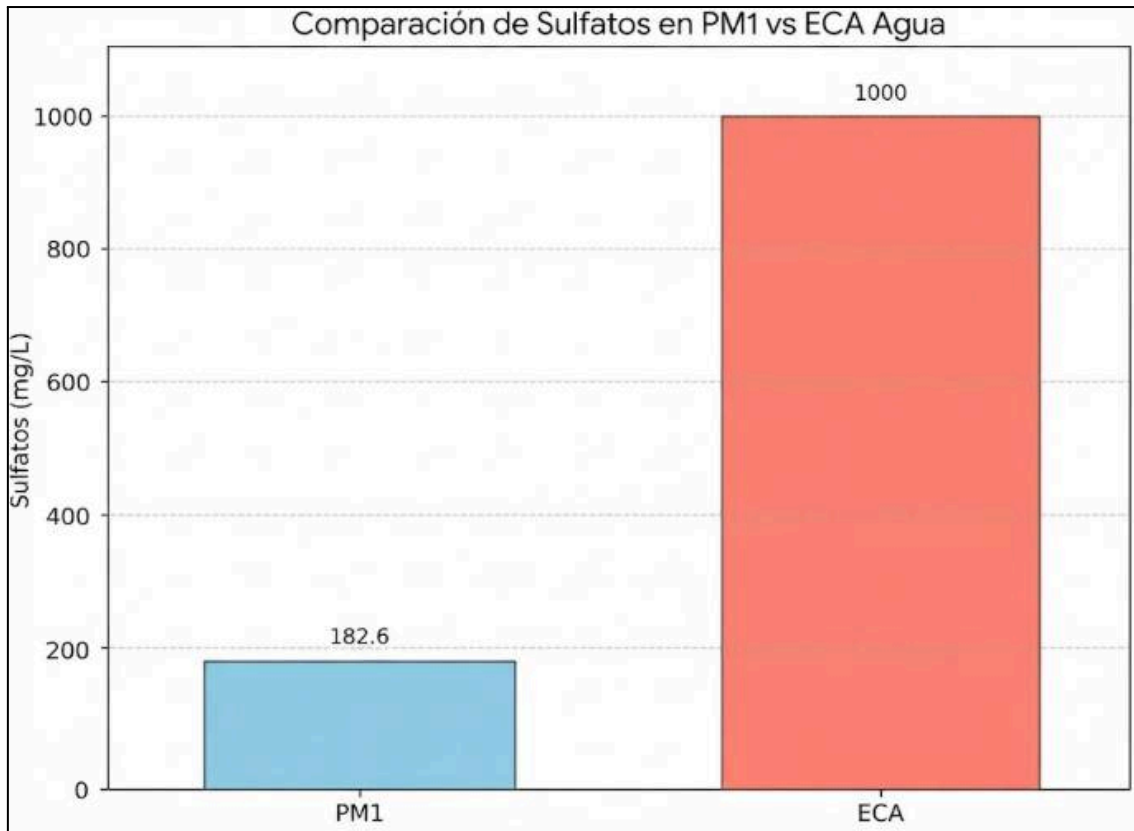


**Figura 08:** Concentración de sulfatos del río Osmore.

Al analizar la concentración de sulfatos en el punto de monitoreo del río Osmore, con un valor de 182.6 mg/L, se observa que el resultado se encuentra por debajo del límite máximo establecido por la normativa ambiental vigente (D.S. N.° 004-2017-MINAM). Estos hallazgos guardan estrecha relación con lo reportado por Mariño (2024) en diagnósticos hídricos, quien señala que concentraciones controladas de sulfatos son características de fuentes con una interacción geológica estable y protegidas frente a contaminaciones intensas. Asimismo, los resultados coinciden con lo planteado por Ticona (2023) y Waldir (2024), quienes indican que el agua en cuencas altoandinas suele presentar una composición adecuada, asociada a la dinámica natural de la región. Por el contrario, estos resultados difieren de la situación descrita por Arteaga (2024) en cuencas impactadas por la actividad minera, donde las concentraciones de sulfatos se incrementan por encima de los niveles basales. A diferencia de dichos contextos, el punto evaluado en el río Osmore mantiene una adecuada pureza química durante el periodo

2026, lo que garantiza su aptitud para los objetivos de la investigación sin alterar las propiedades organolépticas del recurso.

#### 4.2.7 Análisis del parámetro dureza total

Los niveles de dureza total registrados en el punto de monitoreo del río Osmore indican que el agua presenta una concentración de minerales equilibrada, situándose por debajo del umbral máximo establecido por la normativa ambiental vigente. Con un valor de 182.6 mg/L, el recurso se clasifica como de dureza moderada, condición común en cuerpos hídricos de la región que interactúan de forma natural con los estratos geológicos de la cuenca. Esta característica garantiza que el caudal mantenga un equilibrio iónico adecuado para los fines de la investigación durante el periodo 2026, sin generar inconvenientes operativos o estructurales severos en su aprovechamiento.

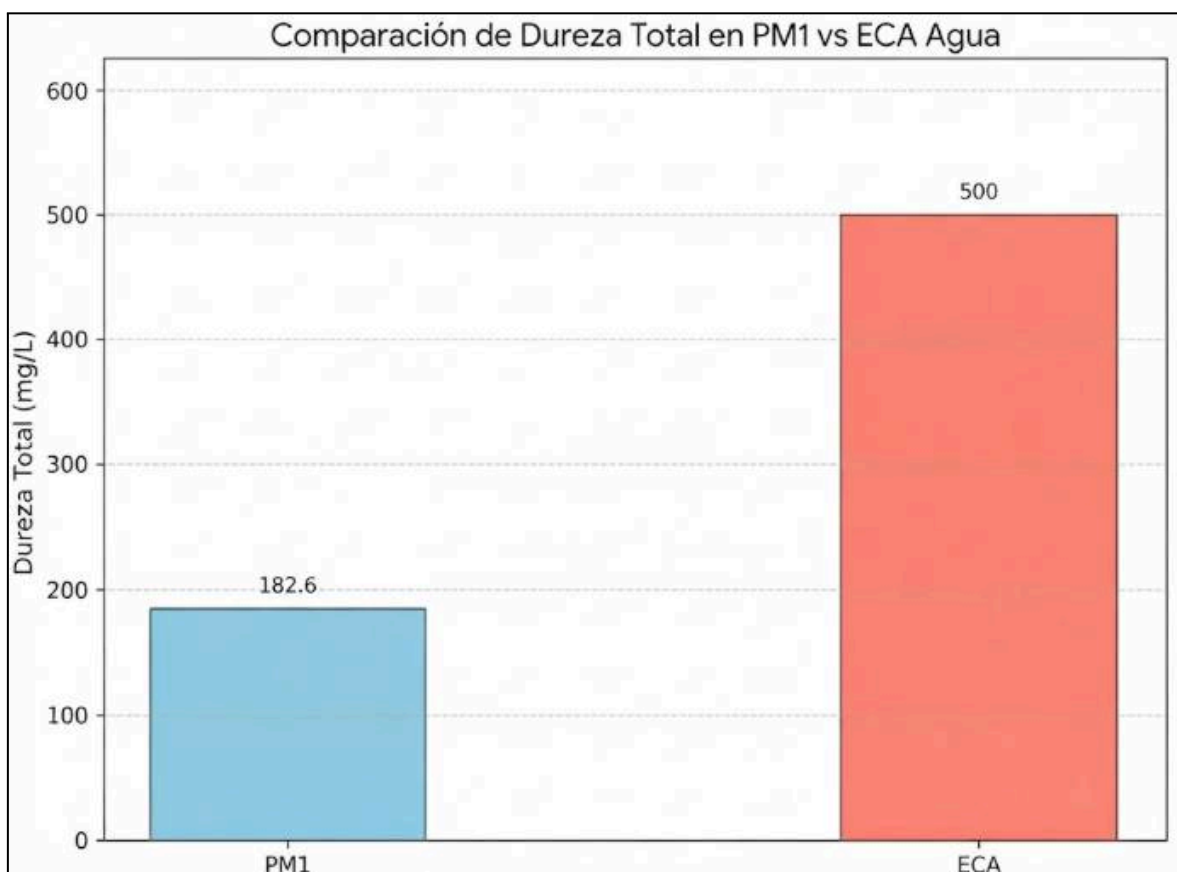


**Figura 09:** Valor medio de la Dureza Total del agua del río Osmore.

Al analizar la dureza total en el punto de monitoreo del río Osmore, con un valor de 182.6 mg/L, se observa que el resultado se encuentra por debajo del límite máximo establecido por la normativa ambiental vigente. Estos valores guardan coherencia con lo reportado por Waldir (2024) en fuentes hídricas de la región altoandina, quien halló concentraciones moderadas en cuerpos de agua de características similares. Asimismo, los resultados coinciden con lo expuesto por Mariño (2024) y Espinoza (2024), quienes señalan que las aguas en regiones andinas suelen presentar concentraciones controladas de carbonatos debido a la naturaleza litológica de la cuenca, que no aporta una carga excesiva de calcio y magnesio. Por el contrario, estos resultados difieren de lo documentado por Antezana (2024) en contextos urbanos, donde la dureza alcanzó valores críticos como consecuencia de la composición mineral del suelo y la influencia antrópica. A diferencia de dicho escenario, el recurso evaluado en el río Osmore mantiene un adecuado equilibrio mineral durante el periodo 2026, lo que garantiza su conformidad con los objetivos de la investigación sin representar riesgos adversos.

#### **4.2.8 Análisis del parámetro sólidos totales disueltos**

Los resultados de sólidos totales disueltos en el punto de monitoreo del río Osmore indican que el agua presenta una carga mineral de 400 mg/L, situándose por debajo del valor máximo permitido por la normativa vigente. Esta concentración constituye un indicador favorable de la calidad del recurso hídrico, ya que garantiza una adecuada palatabilidad y la ausencia de sabores terrosos o salinos que suelen manifestarse cuando los valores se aproximan al límite de 1000 mg/L. La estabilidad observada sugiere un comportamiento hidrogeológico adecuado, propio de la dinámica de la cuenca en la provincia de Mariscal Nieto durante el periodo 2026.

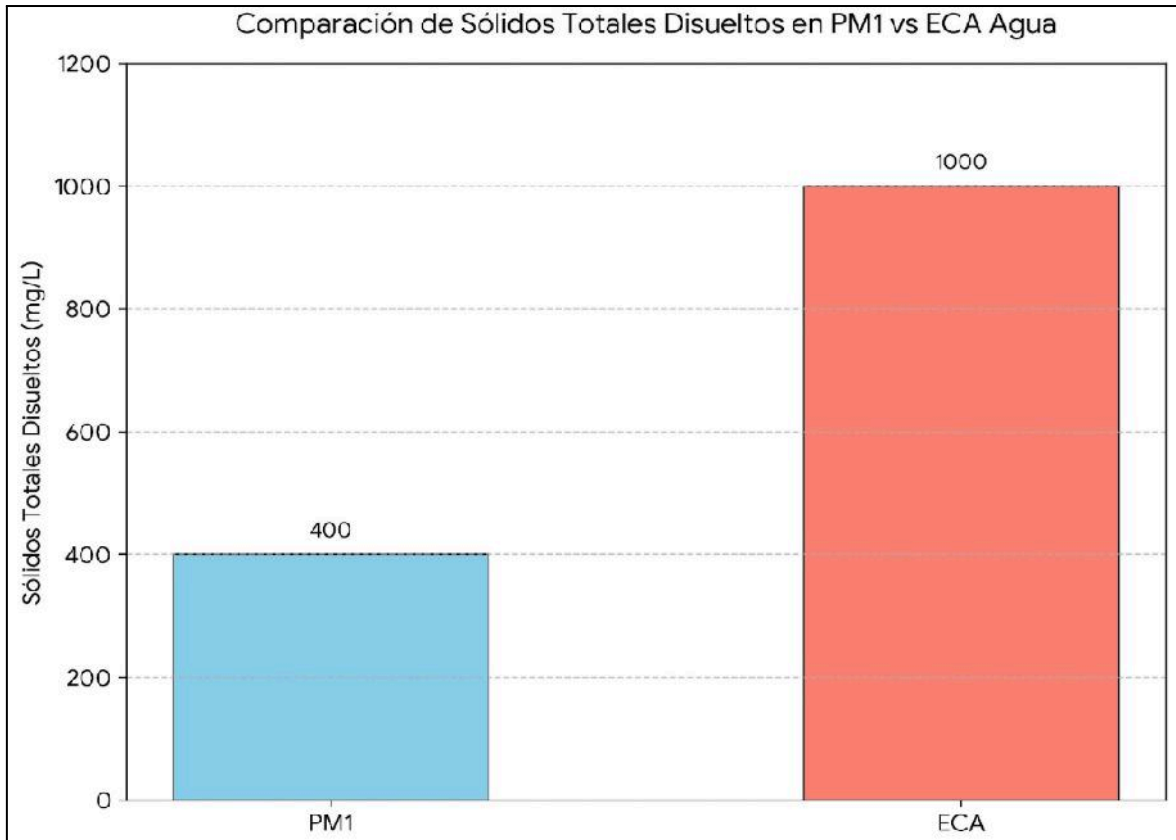


**Figura 10:** Valor medio de sólidos totales disueltos del agua del río Osmore.

Al analizar los sólidos totales disueltos en el punto de monitoreo del río Osmore, con un valor de 400 mg/L, se observa que este se encuentra por debajo del límite máximo establecido por la normativa ambiental vigente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Mengstie (2023) y Espinoza (2024), quienes señalan que las fuentes hídricas no perturbadas suelen presentar niveles de mineralización bajos a moderados. Asimismo, los valores obtenidos guardan similitud con lo hallado por Waldir (2024) en fuentes altoandinas, quien indica que concentraciones moderadas de sólidos totales disueltos son indicativas de aguas con adecuada palatabilidad y escasa influencia de procesos de evaporación o contaminación superficial severa. Por el contrario, estos resultados difieren de lo documentado por Antezana (2024) en zonas con cuerpos hídricos comprometidos, donde los sólidos totales disueltos superaron los niveles recomendables debido a la infiltración de residuos. A diferencia de dicho contexto, el punto evaluado en el río Osmore presenta una adecuada pureza iónica durante el periodo

2026, lo que garantiza su aptitud para los objetivos de la investigación sin necesidad de aplicar tratamientos complejos de desmineralización.

### **4.3. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DEL RÍO OSMORE, EN RELACIÓN A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.**

#### **4.3.1 Análisis del parámetro coliformes totales**

Los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos en el punto de monitoreo del río Osmore evidencian una calidad higiénica óptima, al no registrarse la presencia de coliformes totales y termotolerantes. El valor de cero NMP por cada 100 mL confirma que el agua cumple plenamente con los límites máximos establecidos por la normativa ambiental peruana vigente. Esta ausencia de bacterias indica que el cuerpo hídrico superficial se encuentra dentro de parámetros adecuados frente a factores externos de contaminación biológica durante el periodo 2026. En términos prácticos, el cumplimiento de este parámetro crítico garantiza que el recurso evaluado en la provincia de Mariscal Nieto no representa un riesgo microbiológico adverso, consolidándose como un punto de estudio con óptimas condiciones de inocuidad.

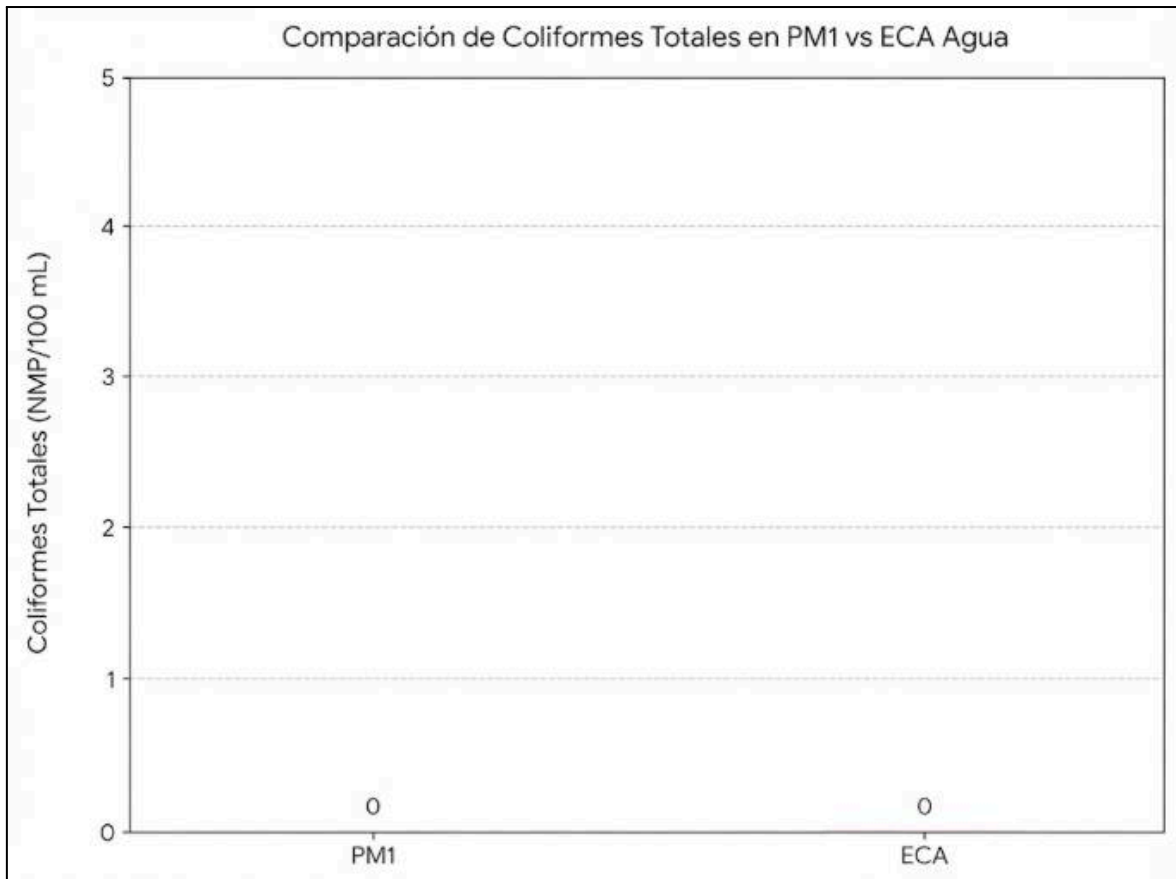


**Figura 11:** Concentración de coliformes totales del río Osmore.

Al analizar la concentración de coliformes totales y termotolerantes en el punto de monitoreo del río Osmore, se determinó una ausencia total de bacterias, cumpliendo estrictamente con el estándar de cero unidades por cada 100 mL establecido por la normativa ambiental vigente. Estos resultados guardan similitud con lo reportado por Ticona (2023) en cuerpos hídricos bajo condiciones de clima árido, quien sostiene que la ausencia de indicadores bacteriológicos es señal de una estabilidad adecuada en la cuenca y de un menor impacto antropogénico en el tramo evaluado. Asimismo, los hallazgos coinciden con lo planteado por Waldir (2024) en fuentes altoandinas, donde las condiciones de las nacientes contribuyen a la conservación de la inocuidad del recurso. Por el contrario, estos resultados difieren significativamente de lo documentado por Espinoza (2024) y Mariño (2024) en otras localidades del Perú, donde se evidenció contaminación fecal asociada a deficiencias estructurales y vertimientos directos. A diferencia de esos contextos críticos, el punto evaluado en el río Osmore presenta una

calidad microbiológica excepcional durante el periodo 2026, lo que indica que el agua es bacteriológicamente apta para los objetivos de la investigación en su estado natural.

#### 4.3.2 Análisis del parámetro coliformes termotolerantes

El análisis de coliformes termotolerantes en el punto de monitoreo del río Osmore evidencia resultados óptimos, al confirmarse la ausencia total de estos microorganismos en las muestras evaluadas. El registro de cero NMP por cada 100 mL demuestra el cumplimiento de la exigencia establecida por la normativa ambiental peruana, la cual regula la protección de los cuerpos de agua. Este resultado es de suma relevancia, ya que garantiza que el recurso no ha recibido descargas o infiltraciones de origen fecal, reduciendo el riesgo de contaminación biológica en la zona. Asimismo, la consistencia de los resultados refuerza la evidencia de que la cuenca se encuentra en un estado adecuado de estabilidad durante el periodo 2026, proporcionando un recurso hídrico seguro para los objetivos de la investigación.

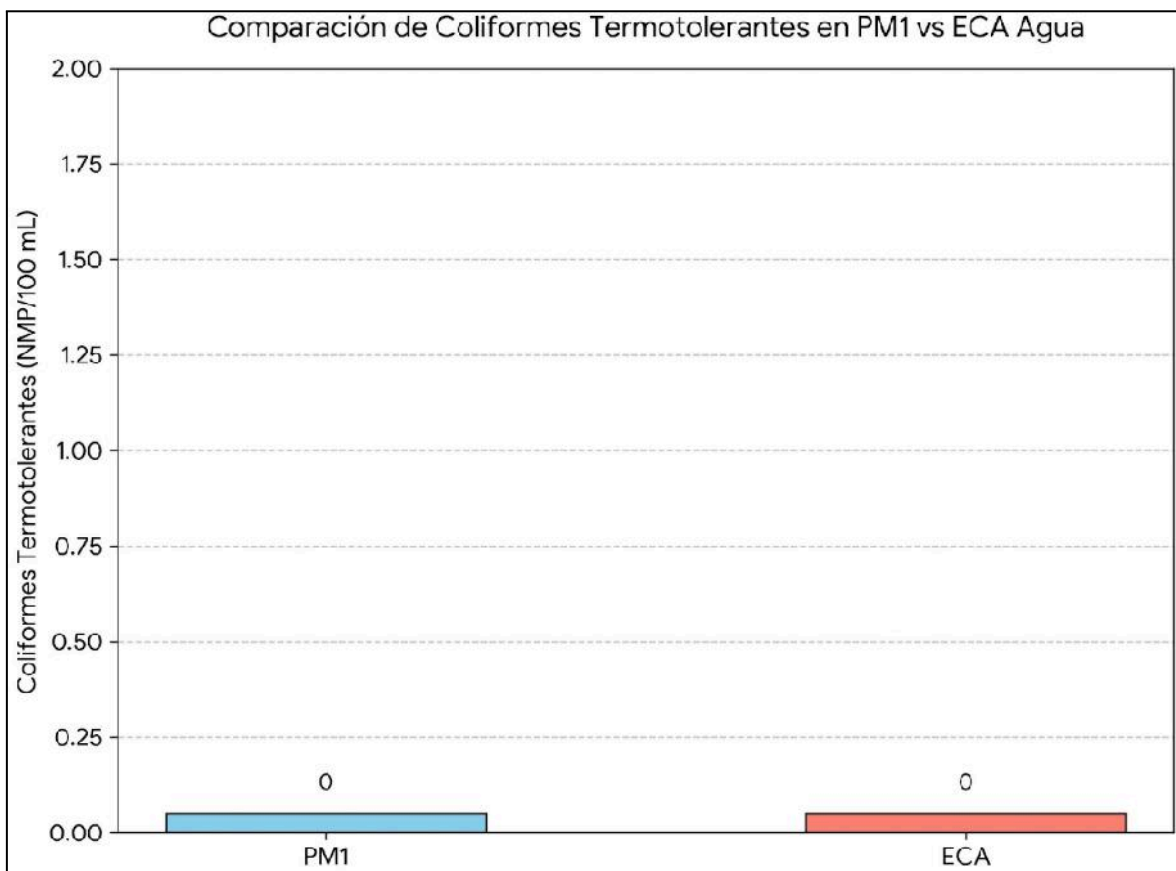


**Figura 12:** Concentración de coliformes termotolerantes del río Osmore.

Al analizar la presencia de coliformes termotolerantes en el punto de monitoreo del río Osmore, con un registro de cero unidades por cada 100 mL, se confirma el cumplimiento del criterio de ausencia establecido por la normativa ambiental vigente. Este resultado guarda similitud con lo reportado por Ticona (2023), quien señala que la inexistencia de indicadores fecales en cuerpos hídricos es reflejo de una zona de cuenca adecuadamente regulada y de una dinámica fluvial eficiente. Asimismo, esta condición coincide con los hallazgos de Waldir (2024) en zonas altoandinas de menor intervención antrópica, lo que sugiere que la ubicación geográfica limita la presencia de descargas o lixiviados de origen animal o doméstico. Por otro lado, estos resultados difieren notablemente de lo reportado por Antezana (2024) en contextos urbanos y por Espinoza (2024) en otras localidades del país, donde se registró la presencia de bacterias termotolerantes atribuida a la influencia de vertimientos y actividades humanas directas. A diferencia de dichos contextos, el punto evaluado en el río Osmore evidencia una inocuidad microbiológica superior durante el periodo 2026, consolidándose como un tramo apto para los objetivos de la investigación sin riesgo biológico inmediato.

#### **4.4. CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

##### **4.4.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL**

###### **Hipótesis Alterna (Ha):**

La calidad del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, no cumple con todas las condiciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) destinados para consumo humano.

###### **Hipótesis Nula (Ho):**

La calidad del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, cumple con todas las condiciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) destinados para consumo humano.

###### **Resultados:**

Los resultados de los análisis fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos obtenidos en el punto de monitoreo PM-01 del río Osmore demuestran que el recurso hídrico se encuentra dentro de los márgenes permitidos por la normativa vigente. Específicamente, se registraron valores adecuados de pH (8.36), turbiedad (3.0 UNT), color (10 UC), sólidos totales disueltos (400 mg/L), conductividad eléctrica (1007 microS/cm), cloruros (152.4 mg/L), sulfatos (182.6 mg/L), dureza total (182.6 mg/L) y nitratos (8.8 mg/L), además de una ausencia absoluta (0.00 UFC/100 mL) de coliformes totales y termotolerantes.

**Conclusión del contraste:**

Dado que la totalidad de los parámetros evaluados en la estación PM-01 cumplen satisfactoriamente con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM, se rechaza la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), concluyendo que el agua del río Osmore evaluada en el periodo 2026 es apta y cumple con las condiciones de los ECA para consumo humano.

**4.4.2. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1 (Parámetros Organolépticos)****Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):**

Algunos parámetros organolépticos del agua procedente del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM.

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):**

Los parámetros organolépticos del agua procedente del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM.

**Resultados:**

Las evaluaciones físicas y organolépticas realizadas en el punto PM-01 arrojaron un valor de color de 10 UC (frente al límite máximo de 15 UC) y una turbiedad de 3.0 UNT (frente al límite máximo de 5 UNT), ubicándose ambos indicadores holgadamente por debajo de los topes normativos.

**Conclusión del contraste:**

Al comprobarse que los parámetros organolépticos se encuentran dentro de los rangos permitidos, se rechaza la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y se acepta la hipótesis nula ( $H_o$ ), confirmando que el río Osmore mantiene propiedades estéticas y físicas favorables.

**4.4.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2****Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):**

Algunos parámetros químicos y fisicoquímicos del agua procedente del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM.

**Hipótesis Nula ( $H_o$ ):**

Los parámetros químicos y fisicoquímicos del agua procedente del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM.

**Resultados:**

Los análisis de laboratorio corroboran que el pH (8.36), la conductividad eléctrica (1007 microS/cm), los sólidos totales disueltos (400 mg/L), los cloruros (152.4 mg/L), los sulfatos (182.6 mg/L), la dureza total (182.6 mg/L) y los nitratos (8.8 mg/L) respetan estrictamente los umbrales máximos permisibles de la normativa ambiental.

**Conclusión del contraste:**

Dado que no se registran excesos ni alteraciones químicas desfavorables, se rechaza la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y se acepta la hipótesis nula ( $H_o$ ), demostrando que el balance químico del río Osmore se ajusta a los estándares de la legislación vigente.

**4.4.4. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 (Parámetros Microbiológicos)****Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):**

Algunos parámetros microbiológicos del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM.

**Hipótesis Nula ( $H_o$ ):**

Los parámetros microbiológicos del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto, Moquegua - 2026, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N 004-2017-MINAM.

**Resultados:**

Los resultados microbiológicos de la estación PM-01 fueron concluyentes al reportar una ausencia absoluta de carga bacteriana (0.00 UFC/100 mL o 0 NMP/100 mL) tanto para coliformes totales como para coliformes termotolerantes, cumpliendo con la exigencia regulatoria de cero unidades.

**Conclusión del contraste:**

Al confirmarse la inocuidad biológica y la ausencia total de indicadores de contaminación fecal, se rechaza la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), validando que el recurso hídrico superficial carece de riesgos microbiológicos adversos en el punto evaluado.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La evaluación de la calidad del agua calidad de agua del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,moquegua - 2026, evidencia que son aptos para el consumo humano, al cumplir satisfactoriamente con todos los estándares de calidad ambiental ( ECA).

**SEGUNDA:** Los análisis de laboratorio muestran que las características sensoriales del punto de monitoreo del río Osmore son plenamente adecuadas durante el periodo 2026. Los parámetros de color, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos cumplen con los estándares normativos establecidos. A diferencia de otros casos de la cuenca, el punto evaluado mantiene una uniformidad organoléptica óptima, cumpliendo con los criterios de pH ligeramente alcalino y turbidez, situándose dentro de los rangos permitidos. Esta estabilidad garantiza una apariencia y claridad favorables, además de asegurar condiciones ideales para la eficacia de los procesos de depuración, consolidando al recurso hídrico como seguro y apto para los objetivos de la investigación en la provincia de Mariscal Nieto.

**TERCERA:** La evaluación de los parámetros químicos (pH, cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos) confirma que la calidad química del agua en el punto de monitoreo del río Osmore es favorable durante el periodo 2026. El recurso cumple con los límites establecidos para cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos. En cuanto al potencial de hidrógeno, se registra un valor dentro del rango permitido, mostrando una estabilidad óptima que asegura el equilibrio químico del agua y garantiza que el recurso mantenga condiciones adecuadas de acuerdo con los estándares vigentes.

**CUARTA:** Realizados los análisis de laboratorio, la evaluación de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes) resulta altamente

favorable en el punto de monitoreo del río Osmore, ya que el recurso cumple rigurosamente con los estándares de inocuidad establecidos por la normativa ambiental vigente. Los resultados reportaron cero unidades por cada 100 mL para ambos indicadores durante el periodo 2026. Esto confirma la ausencia de contaminación fecal reciente y garantiza que el agua está libre de patógenos bacterianos, cumpliendo satisfactoriamente con los requerimientos técnicos y de calidad para los objetivos de la investigación en la provincia de Mariscal Nieto.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Establecer programas de monitoreo preventivo y mantenimiento del punto de monitoreo, dado que el río Osmore presenta actualmente una calidad microbiológica óptima durante el periodo 2026. Se recomienda proteger el entorno de la estación PM-01 con medidas de control para evitar el ingreso de actividades que alteren el cauce y asegurar la vigilancia periódica de las condiciones del cuerpo hídrico, garantizando que el agua mantenga su condición de ausencia de coliformes y otros patógenos de acuerdo con los objetivos de la investigación en la provincia de Mariscal Nieto.

**SEGUNDA:** Monitorear periódicamente los parámetros de calidad del agua en el punto de monitoreo del río Osmore, estableciendo un programa de vigilancia continua que incluya análisis físico-químicos, organolépticos y microbiológicos. Esto permitirá detectar oportunamente cualquier variación en la turbidez, el pH o la aparición de microorganismos, asegurando así la sostenibilidad del recurso hídrico y el cumplimiento de los objetivos de la investigación en la provincia de Mariscal Nieto.

**TERCERA:** Priorizar el mantenimiento preventivo en el entorno del punto de monitoreo del río Osmore, asegurando la integridad del área para conservar su actual cumplimiento normativo durante el periodo 2026. Se recomienda implementar acciones de protección específicas, como el control de actividades en las riberas y la vigilancia de la estación PM-01, con el fin de prevenir futuras desviaciones en el pH o la turbidez y blindar el cuerpo hídrico ante posibles cargas microbiológicas externas en la provincia de Mariscal Nieto.

**CUARTA:** Promover la protección de las zonas de influencia y de las riberas del río Osmore, estableciendo medidas de conservación en su entorno inmediato para evitar

actividades que generen contaminación durante el periodo 2026, tales como la ganadería intensiva, el vertimiento de residuos sólidos o el uso de agroquímicos. Asimismo, se recomienda fomentar prácticas de manejo sostenible en la provincia de Mariscal Nieto que reduzcan el riesgo de alteración del cuerpo hídrico y aseguren la calidad del recurso a largo plazo para los objetivos de la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Antezana, J. (2024). Evaluación integral de la calidad hídrica y su impacto en la salud pública. Editorial Universitaria.
- Arteaga, M. (2024). Efectos de la minería ilegal en el potencial de hidrógeno y la estabilidad química de cuencas hidrográficas. Ediciones Ambientales.
- Carlos, J. (2020). Análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la quebrada Rumiycu en Moyobamba. Universidad Nacional de San Martín.
- Espinoza, R. (2024). Vulnerabilidad biológica y calidad fisicoquímica del agua destinada al consumo humano en Colpa Pampa, Chota. Editorial Científica del Perú.
- Flores, M. (2024). Propiedades fisicoquímicas del agua superficial y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto en Mariscal Nieto. Universidad Privada San Carlos.
- Gomez, L. (2025). Desafíos globales en la gestión y conservación de los recursos hídricos frente al impacto antrópico. Global Water Academic Press.
- Grisel, P. (2024). Indicadores fisicoquímicos y su importancia en la pureza de las fuentes de agua. Lima: Editorial Horizonte.
- Guevara, R. (2025). Crisis ambiental y contaminación de cuencas hidrográficas en América Latina. Ediciones Ecológicas.
- Guerra, D. (2025). Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Omo, periodo 2024-2025 (Tesis de titulación, Universidad Privada San Carlos).
- Gutierrez, A. (2024). Seguridad hídrica y control bacteriológico en sistemas de abastecimiento humano. Fondo Editorial Académico.

- Gutierrez, M. (2025). Sistema de monitoreo de calidad de agua en el control de contaminación ambiental en el río Moquegua, 2021 (Tesis de maestría, Universidad Privada San Carlos).
- Hawassa, U. (2023). Physical and chemical characteristics of urban water supply networks in Ethiopia. *African Journal of Environmental Science*, 14(2), 115-128.
- Jimenez, C. (2025). Protocolos nacionales de monitoreo de la calidad de recursos hídricos en el Perú. Lima: ANA Publications.
- Lopez, R. (2023). Coliformes totales y su aplicación como indicadores higiénico-sanitarios en redes de distribución. Ediciones Científicas Sudamericanas.
- Mariño, E. (2024). Evaluación del recurso hídrico en sistemas de captación rústicos del Asentamiento Humano San Luis, Amarilis. Editorial Universitaria del Centro.
- Mengstie, F. (2023). Physicochemical and health risk assessment of urban water supply networks in Hawassa city. *Water Quality Research Journal*, 58(3), 201-215.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). Guías para la calidad del agua potable (4ª ed.). Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/352554>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2024). Estudios de la OCDE sobre el agua: Gobernanza de los recursos hídricos en el Perú. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264303102-es>
- Pimentel, S. (2024). Parámetros organolépticos y su repercusión en la potabilización del agua. Lima: Ediciones Técnicas del Perú.
- ResearchGate. (2025). Heavy metals assessment and water quality index in Nigerian river and groundwater basins. ResearchGate Scientific Database. <https://www.researchgate.net>
- Saldaña, P. (2025). Gestión estatal e infraestructura de saneamiento ante la contaminación

de cuencas en el Perú. Revista Peruana de Ingeniería Ambiental, 12(1), 45-62.

Sanchez, R. (2024). Niveles de metales pesados (Pb, Al y Sr) en época de avenida y estiaje en el río Osmore, región Moquegua (Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos).

Ticona, H. (2023). Caracterización hidroquímica y evaluación de la salinidad en fuentes hídricas de zonas áridas y altoandinas. Ediciones Académicas Andinas.

Waldir, K. (2024). Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles aplicados a los recursos hídricos superficiales. Editorial Jurídica y Ambiental.

## ANEXOS

## Anexo 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA: MATRIZ DE CONSISTENCIA: CALIDAD DE AGUA DEL RÍO OSMORE PROVINCIA DE MARISCAL NIETO ,MOQUEGUA - 2026

| PROBLEMA                                                                                                                                                             | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                            | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                           | VARIABLES                                                      | DIMENSIÓN      | INDICADORES                  | METODOLOGÍA                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>General</b>                                                                                                                                                       | <b>General</b>                                                                                                                                                                                                                                       | <b>General</b>                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                |                              | <b>Diseño:</b> No experimental                                          |
| <b>General</b>                                                                                                                                                       | -Evaluar la calidad del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026.                                                                                                                                                           | -La calidad del agua del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,moquegua - 2026, no cumple con todas las condiciones de los Estándares de calidad ambiental destinados para consumo humano.                                       |                                                                |                | Color                        | <b>Enfoque:</b> Cuantitativo                                            |
| -¿Cuál es la calidad del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 de acuerdo a los límites máximos permisibles?                                       | <b>Específicos</b><br>-Determinar la concentración de los parámetros organolépticos de las aguas del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°04-2017-MINAM. | <b>Específicos</b><br>-Algunos parámetros organolépticos del agua procedente del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 , no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM. | <b>Independiente</b><br><b>Concentración de los parámetros</b> | Organoléptico  | Turbiedad                    | <b>Población y Muestra:</b> El río Osmore                               |
| <b>Específicos</b><br>-¿Qué parámetros organolépticos del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 exceden los estándares de calidad ambiental (ECA)? | -Determinar la concentración de los parámetros químicos del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 de acuerdo a los límites máximos permisibles (ECA)?                                                                              | -Algunos parámetros organolépticos del agua procedente del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 , no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM.                       |                                                                | Químico        | Conductividad eléctrica (CE) | <b>Técnicas:</b> Guía para la toma de muestras.                         |
| -¿Qué parámetros organolépticos del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 exceden los estándares de calidad ambiental (ECA)?                       | -Determinar la concentración de los parámetros químicos del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 de acuerdo a los límites máximos permisibles (ECA)?                                                                              | -Algunos parámetros organolépticos del agua procedente del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026 , no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM.                       |                                                                |                | Sólidos totales disueltos    | <b>Instrumentos:</b> D.S N°N° 004-2017-MINAM y Análisis de Laboratorio. |
| - ¿Qué parámetros microbiológicos el río                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Dependiente</b>                                             | Microbiológico | Cloruros                     |                                                                         |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                | Sulfatos                     |                                                                         |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                | Dureza Total                 |                                                                         |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                | Nitratos                     |                                                                         |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Osmore provincia de Mariscal Nieto - 2026<br>Moquegua - 2026<br>exceden los estándares de calidad ambiental (ECA)? | de (LMP) de acuerdo al D.SN°04-2017-MINAM.<br>-Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del río Osmore, provincia de Mariscal Nieto -Moquegua - 2026, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°04-2017-MINAM.. | Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM.<br>-Algunos parámetros microbiológicos del agua del río Osmore provincia de Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el N° 004-2017-MINAM. | Coliformes totales<br><br>Coliformes fecales o termotolerantes |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|

## Anexo 02: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S.

N°04-2017-MINAM.

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>10</b></p> | <p align="center"><b>NORMAS LEGALES</b></p> <p align="right">Miércoles 7 de junio de 2017 /  <b>El Peruano</b></p> <p><b>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</b></p> <p align="center"><b>DECRETO SUPREMO<br/>N° 004-2017-MINAM</b></p> <p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p> <p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;</p> <p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p> <p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p> <p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p> <p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p> <p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p> | <p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p> <p align="center"><b>DECRETA:</b></p> <p><b>Artículo 1.- Objeto de la norma</b><br/>La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.</p> <p><b>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b><br/>Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p> <p><b>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b><br/>Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p> <p><b>3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</b></p> <p><b>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b><br/>Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b><br/>Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</li> <li>- <b>A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</b><br/>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</li> <li>- <b>A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</b><br/>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.</li> </ul> <p><b>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</b><br/>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente;</p> |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
DEROGATORIA**

**Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD  
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN  
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS  
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES  
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLACHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN  
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEIRA  
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**ANEXO**

**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

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

| Parámetros                                       | Unidad de medida             | A1                                                  | A2                                                              | A3                                                          |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                  |                              | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
| FÍSICOS- QUÍMICOS                                |                              |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Aceites y Grasas                                 | mg/L                         | 0,5                                                 | 1,7                                                             | 1,7                                                         |
| Cloruro Total                                    | mg/L                         | 0,07                                                | ++                                                              | ++                                                          |
| Cloruro Libre                                    | mg/L                         | ++                                                  | 0,2                                                             | 0,2                                                         |
| Cloruros                                         | mg/L                         | 250                                                 | 250                                                             | 250                                                         |
| Color (t)                                        | Color verdadero Escala Pt/Co | 15                                                  | 100 (u)                                                         | ++                                                          |
| Conductividad                                    | (µS/cm)                      | 1 500                                               | 1 600                                                           | ++                                                          |
| Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L                         | 3                                                   | 5                                                               | 10                                                          |
| Dureza                                           | mg/L                         | 500                                                 | ++                                                              | ++                                                          |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                 | mg/L                         | 10                                                  | 20                                                              | 30                                                          |
| Fenoles                                          | mg/L                         | 0,003                                               | ++                                                              | ++                                                          |
| Fluoruros                                        | mg/L                         | 1,5                                                 | ++                                                              | ++                                                          |
| Fósforo Total                                    | mg/L                         | 0,1                                                 | 0,15                                                            | 0,15                                                        |
| Materiales Flotantes de Origen Antropogénico     |                              | Ausencia de material flotante de origen antropico   | Ausencia de material flotante de origen antropico               | Ausencia de material flotante de origen antropico           |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) (c)                | mg/L                         | 50                                                  | 50                                                              | 50                                                          |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) (d)                | mg/L                         | 3                                                   | 3                                                               | ++                                                          |
| Amoníaco- N                                      | mg/L                         | 1,5                                                 | 1,5                                                             | ++                                                          |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)                  | mg/L                         | ≥ 8                                                 | ≥ 5                                                             | ≥ 4                                                         |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                      | Unidad de pH                 | 6,5 – 8,5                                           | 5,5 – 9,0                                                       | 5,5 – 9,0                                                   |
| Sólidos Disueltos Totales                        | mg/L                         | 1 000                                               | 1 000                                                           | 1 500                                                       |
| Sólidos                                          | mg/L                         | 250                                                 | 500                                                             | ++                                                          |
| Temperatura                                      | °C                           | Δ 3                                                 | Δ 3                                                             | ++                                                          |
| Turbiedad                                        | UNT                          | 5                                                   | 500                                                             | ++                                                          |
| INORGÁNICOS                                      |                              |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Aluminio                                         | mg/L                         | 0,3                                                 | 5                                                               | 5                                                           |
| Antimonio                                        | mg/L                         | 0,02                                                | 0,02                                                            | ++                                                          |
| Arqueico                                         | mg/L                         | 0,01                                                | 0,01                                                            | 0,15                                                        |
| Bario                                            | mg/L                         | 0,7                                                 | 1                                                               | ++                                                          |
| Berilio                                          | mg/L                         | 0,012                                               | 0,04                                                            | 0,1                                                         |
| Boro                                             | mg/L                         | 2,4                                                 | 2,4                                                             | 2,4                                                         |
| Cadmio                                           | mg/L                         | 0,005                                               | 0,005                                                           | 0,01                                                        |
| Cobalto                                          | mg/L                         | 2                                                   | 2                                                               | 2                                                           |
| Cromo Total                                      | mg/L                         | 0,05                                                | 0,05                                                            | 0,05                                                        |
| Hierro                                           | mg/L                         | 0,3                                                 | 1                                                               | 5                                                           |
| Manganeso                                        | mg/L                         | 0,4                                                 | 0,4                                                             | 0,5                                                         |
| Mercurio                                         | mg/L                         | 0,001                                               | 0,002                                                           | 0,003                                                       |
| Molibdeno                                        | mg/L                         | 0,07                                                | ++                                                              | ++                                                          |

14

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano

| Parámetros                                                                                                            | Unidad de medida | A1                                                  | A2                                                              | A3                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                       |                  | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
| Níquel                                                                                                                | mg/L             | 0,07                                                | **                                                              | **                                                          |
| Plomo                                                                                                                 | mg/L             | 0,01                                                | 0,05                                                            | 0,05                                                        |
| Selenio                                                                                                               | mg/L             | 0,04                                                | 0,04                                                            | 0,05                                                        |
| Uranio                                                                                                                | mg/L             | 0,02                                                | 0,02                                                            | 0,02                                                        |
| Zinc                                                                                                                  | mg/L             | 3                                                   | 5                                                               | 5                                                           |
| <b>ORGÁNICOS</b>                                                                                                      |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>9</sub> - C <sub>26</sub> )                                                 | mg/L             | 0,01                                                | 0,2                                                             | 1,0                                                         |
| Trihalometanos                                                                                                        | (e)              | 1,0                                                 | 1,0                                                             | 1,0                                                         |
| Bromoformo                                                                                                            | mg/L             | 0,1                                                 | **                                                              | **                                                          |
| Cloroformo                                                                                                            | mg/L             | 0,3                                                 | **                                                              | **                                                          |
| Dibromoclorometano                                                                                                    | mg/L             | 0,1                                                 | **                                                              | **                                                          |
| Bromodichlorometano                                                                                                   | mg/L             | 0,06                                                | **                                                              | **                                                          |
| <b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>                                                                              |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| 1,1,1-Tricloroetano                                                                                                   | mg/L             | 0,2                                                 | 0,2                                                             | **                                                          |
| 1,1-Dicloroetano                                                                                                      | mg/L             | 0,03                                                | **                                                              | **                                                          |
| 1,2-Dicloroetano                                                                                                      | mg/L             | 0,03                                                | 0,03                                                            | **                                                          |
| 1,2-Diclorobenceno                                                                                                    | mg/L             | 1                                                   | **                                                              | **                                                          |
| Hexaclorobutadieno                                                                                                    | mg/L             | 0,0006                                              | 0,0006                                                          | **                                                          |
| Tetracloroetano                                                                                                       | mg/L             | 0,04                                                | **                                                              | **                                                          |
| Tetracloruro de carbono                                                                                               | mg/L             | 0,004                                               | 0,004                                                           | **                                                          |
| Tricloroetano                                                                                                         | mg/L             | 0,07                                                | 0,07                                                            | **                                                          |
| <b>BTEX</b>                                                                                                           |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Benceno                                                                                                               | mg/L             | 0,01                                                | 0,01                                                            | **                                                          |
| Etilbenceno                                                                                                           | mg/L             | 0,3                                                 | 0,3                                                             | **                                                          |
| Tolueno                                                                                                               | mg/L             | 0,7                                                 | 0,7                                                             | **                                                          |
| Xilenos                                                                                                               | mg/L             | 0,5                                                 | 0,5                                                             | **                                                          |
| <b>Hidrocarburos Aromáticos</b>                                                                                       |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Benzo(a)pireno                                                                                                        | mg/L             | 0,0007                                              | 0,0007                                                          | **                                                          |
| Pentaclorofenol (PCP)                                                                                                 | mg/L             | 0,009                                               | 0,009                                                           | **                                                          |
| <b>Organofosforados</b>                                                                                               |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Malatión                                                                                                              | mg/L             | 0,19                                                | 0,0001                                                          | **                                                          |
| <b>Organoclorados</b>                                                                                                 |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Aldrin + Dieldrin                                                                                                     | mg/L             | 0,0003                                              | 0,0003                                                          | **                                                          |
| Clordano                                                                                                              | mg/L             | 0,0002                                              | 0,0002                                                          | **                                                          |
| Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)                                                                                   | mg/L             | 0,001                                               | 0,001                                                           | **                                                          |
| Endrin                                                                                                                | mg/L             | 0,0006                                              | 0,0006                                                          | **                                                          |
| Heptacloro + Heptacloro Epóxido                                                                                       | mg/L             | 0,00003                                             | 0,00003                                                         | **                                                          |
| Lindano                                                                                                               | mg/L             | 0,002                                               | 0,002                                                           | **                                                          |
| <b>Carbamatos</b>                                                                                                     |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Aldicarb                                                                                                              | mg/L             | 0,01                                                | 0,01                                                            | **                                                          |
| <b>II. CIANOTOXINAS</b>                                                                                               |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Microcistina-LR                                                                                                       | mg/L             | 0,001                                               | 0,001                                                           | **                                                          |
| <b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>                                                                                    |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Bifenilos Policlorados (PCB)                                                                                          | mg/L             | 0,0005                                              | 0,0005                                                          | **                                                          |
| <b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>                                                                              |                  |                                                     |                                                                 |                                                             |
| Coliformes Totales                                                                                                    | NMP/100 ml       | 50                                                  | **                                                              | **                                                          |
| Coliformes Termotolerantes                                                                                            | NMP/100 ml       | 20                                                  | 2 000                                                           | 20 000                                                      |
| Formas Parasitarias                                                                                                   | Nº Organismo/L   | 0                                                   | **                                                              | **                                                          |
| Escherichia coli                                                                                                      | NMP/100 ml       | 0                                                   | **                                                              | **                                                          |
| Vibrio cholerae                                                                                                       | Presencia/100 ml | Ausencia                                            | Ausencia                                                        | Ausencia                                                    |
| Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f) | Nº Organismo/L   | 0                                                   | <5x10 <sup>4</sup>                                              | <5x10 <sup>4</sup>                                          |

14

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano

| Parámetros                                                                                                            | Unidad de medida | A1<br>Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | A2<br>Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | A3<br>Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Níquel                                                                                                                | mg/L             | 0,07                                                      | **                                                                    | **                                                                |
| Plomo                                                                                                                 | mg/L             | 0,01                                                      | 0,05                                                                  | 0,05                                                              |
| Selenio                                                                                                               | mg/L             | 0,04                                                      | 0,04                                                                  | 0,05                                                              |
| Uranio                                                                                                                | mg/L             | 0,02                                                      | 0,02                                                                  | 0,02                                                              |
| Zinc                                                                                                                  | mg/L             | 3                                                         | 5                                                                     | 5                                                                 |
| <b>ORGÁNICOS</b>                                                                                                      |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>8</sub> - C <sub>26</sub> )                                                 | mg/L             | 0,01                                                      | 0,2                                                                   | 1,0                                                               |
| Trihalometanos                                                                                                        | (e)              | 1,0                                                       | 1,0                                                                   | 1,0                                                               |
| Bromoformo                                                                                                            | mg/L             | 0,1                                                       | **                                                                    | **                                                                |
| Cloroformo                                                                                                            | mg/L             | 0,3                                                       | **                                                                    | **                                                                |
| Dibromoclorometano                                                                                                    | mg/L             | 0,1                                                       | **                                                                    | **                                                                |
| Bromodichlorometano                                                                                                   | mg/L             | 0,06                                                      | **                                                                    | **                                                                |
| <b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>                                                                              |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| 1,1,1-Tricloroetano                                                                                                   | mg/L             | 0,2                                                       | 0,2                                                                   | **                                                                |
| 1,1-Dicloroetano                                                                                                      | mg/L             | 0,03                                                      | **                                                                    | **                                                                |
| 1,2-Dicloroetano                                                                                                      | mg/L             | 0,03                                                      | 0,03                                                                  | **                                                                |
| 1,2-Diclorobenceno                                                                                                    | mg/L             | 1                                                         | **                                                                    | **                                                                |
| Hexaclorobutadieno                                                                                                    | mg/L             | 0,0006                                                    | 0,0006                                                                | **                                                                |
| Tetracloroetano                                                                                                       | mg/L             | 0,04                                                      | **                                                                    | **                                                                |
| Tetracloruro de carbono                                                                                               | mg/L             | 0,004                                                     | 0,004                                                                 | **                                                                |
| Tricloroetano                                                                                                         | mg/L             | 0,07                                                      | 0,07                                                                  | **                                                                |
| <b>BTEX</b>                                                                                                           |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Benceno                                                                                                               | mg/L             | 0,01                                                      | 0,01                                                                  | **                                                                |
| Etilbenceno                                                                                                           | mg/L             | 0,3                                                       | 0,3                                                                   | **                                                                |
| Tolueno                                                                                                               | mg/L             | 0,7                                                       | 0,7                                                                   | **                                                                |
| Xilenos                                                                                                               | mg/L             | 0,5                                                       | 0,5                                                                   | **                                                                |
| <b>Hidrocarburos Aromáticos</b>                                                                                       |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Benzo(a)pireno                                                                                                        | mg/L             | 0,0007                                                    | 0,0007                                                                | **                                                                |
| Pentaclorofenol (PCP)                                                                                                 | mg/L             | 0,009                                                     | 0,009                                                                 | **                                                                |
| <b>Organofosforados</b>                                                                                               |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Malatión                                                                                                              | mg/L             | 0,19                                                      | 0,0001                                                                | **                                                                |
| <b>Organoclorados</b>                                                                                                 |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Aldrin + Dieldrin                                                                                                     | mg/L             | 0,0003                                                    | 0,0003                                                                | **                                                                |
| Clordano                                                                                                              | mg/L             | 0,0002                                                    | 0,0002                                                                | **                                                                |
| Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)                                                                                   | mg/L             | 0,001                                                     | 0,001                                                                 | **                                                                |
| Endrin                                                                                                                | mg/L             | 0,0006                                                    | 0,0006                                                                | **                                                                |
| Heptacloro + Heptacloro Epóxido                                                                                       | mg/L             | 0,0003                                                    | 0,0003                                                                | **                                                                |
| Lindano                                                                                                               | mg/L             | 0,002                                                     | 0,002                                                                 | **                                                                |
| <b>Carbamato</b>                                                                                                      |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Aldicarb                                                                                                              | mg/L             | 0,01                                                      | 0,01                                                                  | **                                                                |
| <b>II. CIANOTOXINAS</b>                                                                                               |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Microcistina-LR                                                                                                       | mg/L             | 0,001                                                     | 0,001                                                                 | **                                                                |
| <b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>                                                                                    |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Bifenilos Policlorados (PCB)                                                                                          | mg/L             | 0,0005                                                    | 0,0005                                                                | **                                                                |
| <b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>                                                                              |                  |                                                           |                                                                       |                                                                   |
| Coliformes Totales                                                                                                    | NMP/100 ml       | 50                                                        | **                                                                    | **                                                                |
| Coliformes Termotolerantes                                                                                            | NMP/100 ml       | 20                                                        | 2 000                                                                 | 20 000                                                            |
| Formas Parasitarias                                                                                                   | Nº Organismo/L   | 0                                                         | **                                                                    | **                                                                |
| Escherichia coli                                                                                                      | NMP/100 ml       | 0                                                         | **                                                                    | **                                                                |
| Vibrio cholerae                                                                                                       | Presencia/100 ml | Ausencia                                                  | Ausencia                                                              | Ausencia                                                          |
| Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f) | Nº Organismo/L   | 0                                                         | <5x10 <sup>6</sup>                                                    | <5x10 <sup>6</sup>                                                |

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{\text{CADibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{\text{CABromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{\text{CABromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 1:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

**Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación**

| Parámetros                                        | Unidad de medida             | B1                            | B2                             |
|---------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                                                   |                              | Contacto primario             | Contacto secundario            |
| FÍSICOS- QUÍMICOS                                 |                              |                               |                                |
| Aceites y Grasas                                  | mg/L                         | Ausencia de película visible  | **                             |
| Cianuro Libre                                     | mg/L                         | 0,022                         | 0,022                          |
| Cianuro Wad                                       | mg/L                         | 0.08                          | **                             |
| Color                                             | Color verdadero Escala Pt/Co | Sin cambio normal             | Sin cambio normal              |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L                         | 5                             | 10                             |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                  | mg/L                         | 30                            | 50                             |
| Detergentes (SAAM)                                | mg/L                         | 0.5                           | Ausencia de espuma persistente |
| Materiales Flotantes de Origen Antropogénico      |                              | Ausencia de material flotante | Ausencia de material flotante  |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)                     | mg/L                         | 10                            | **                             |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)                     | mg/L                         | 1                             | **                             |
| Olor                                              | Factor de dilución a 25° C   | Aceptable                     | **                             |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)                   | mg/L                         | ≥ 5                           | ≥ 4                            |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                       | Unidad de pH                 | 6.0 a 9.0                     | **                             |
| Sulfuros                                          | mg/L                         | 0.05                          | **                             |
| Turbiedad                                         | UNT                          | 100                           | **                             |
| INORGÁNICOS                                       |                              |                               |                                |
| Aluminio                                          | mg/L                         | 0.2                           | **                             |
| Antimonio                                         | mg/L                         | 0.006                         | **                             |
| Arsénico                                          | mg/L                         | 0.01                          | **                             |
| Bario                                             | mg/L                         | 0.7                           | **                             |

| Parámetros                              | Unidad de medida | B1                | B2                  |
|-----------------------------------------|------------------|-------------------|---------------------|
|                                         |                  | Contacto primario | Contacto secundario |
| Berilio                                 | mg/L             | 0,04              | **                  |
| Boro                                    | mg/L             | 0,5               | **                  |
| Cadmio                                  | mg/L             | 0,01              | **                  |
| Cobre                                   | mg/L             | 2                 | **                  |
| Cromo Total                             | mg/L             | 0,05              | **                  |
| Cromo VI                                | mg/L             | 0,05              | **                  |
| Hierro                                  | mg/L             | 0,3               | **                  |
| Manganeso                               | mg/L             | 0,1               | **                  |
| Mercurio                                | mg/L             | 0,001             | **                  |
| Níquel                                  | mg/L             | 0,02              | **                  |
| Plata                                   | mg/L             | 0,01              | 0,05                |
| Plomo                                   | mg/L             | 0,01              | **                  |
| Selenio                                 | mg/L             | 0,01              | **                  |
| Uranio                                  | mg/L             | 0,02              | 0,02                |
| Vanadio                                 | mg/L             | 0,1               | 0,1                 |
| Zinc                                    | mg/L             | 3                 | **                  |
| <b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b> |                  |                   |                     |
| Coliformes Termotolerantes              | NMP/100 ml       | 200               | 1 000               |
| Escherichia coli                        | NMP/100 ml       | Ausencia          | Ausencia            |
| Formas Parasitarias                     | N° Organismo/L   | 0                 | **                  |
| Giardia duodenalis                      | N° Organismo/L   | Ausencia          | Ausencia            |
| Enterococos intestinales                | NMP/100 ml       | 200               | **                  |
| Salmonella spp                          | Presencia/100 ml | 0                 | 0                   |
| Vibrio cholerae                         | Presencia/100 ml | Ausencia          | Ausencia            |

**Nota 2:**

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

## Anexo 03: Manual ASTM D 4448:2001MJ

### **Lineamientos generales para el muestreo de agua subterránea en pozos de monitoreo**

**Objetivo:** describir las operaciones generales a llevar a cabo antes y durante la toma de muestras de agua subterránea en pozos de monitoreo.

#### **Referencias**

Los siguientes lineamientos han sido elaborados sobre la base de los documentos que se citan a continuación:

- ASTM D 4448/01(2013) - Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells
- US EPA SESD PROC-301-R3 Groundwater sampling

#### **-Consideraciones generales**

Debido a su fundamental importancia con el objeto de obtener una muestra representativa de las condiciones actuales del acuífero, el procedimiento de muestreo debe ser llevado a cabo por personal capacitado para tal fin, asegurando además, la utilización de dispositivos y materiales adecuados y acondicionados en función de los parámetros a analizar.

#### **- Operaciones iniciales**

Como punto de partida se verificará el estado y protecciones del pozo, tomando registro de cualquier anomalía y/o daño observado. A continuación y previo al inicio de las operaciones de purga y extracción de muestras de agua subterránea, deberá constatarse la posible presencia de fase libre no acuosa (FLNA) mediante la utilización de una sonda de interfase; en caso de hallarse no podrá realizarse la toma de muestra de agua y deberá medirse y registrarse la profundidad del nivel freático, y la profundidad y espesor aparente de la Fase Libre No Acuosa (FLNA). Posteriormente, se muestreará la FLNA con bailer descartable o acondicionado para tal fin. El producto colectado será derivado para su análisis tendiente a determinar el corte (GRO/DRO) presente.

#### **-Etapa de purgado**

Como etapa previa a la toma de muestra de agua subterránea el pozo debe ser purgado. La operación de purga es un proceso que consiste en la remoción de un cierto volumen de agua del pozo, el cual es reemplazado por una porción de la zona adyacente que es representativa de las características actuales del acuífero. Existen diferentes tipos de métodos de purga; más adelante se describen los más convencionales: método de remoción de un volumen determinado y método de bajo flujo.

Independientemente del tipo de procedimiento a aplicar, es recomendable y deseable practicar la operación de purga de manera de no introducir alteraciones al sistema subterráneo que promuevan, entre otros efectos, la incorporación de material particulado y pérdida de componentes orgánicos volátiles.

#### **-Purgado del pozo: remoción de un volumen determinado**

Se considera que el agua ubicada por encima de la zona de filtros tiene un escaso recambio y por consiguiente no posee las características generales del acuífero. Este método de purga consiste en la remoción de un volumen de agua determinado para producir un recambio del agua estancada en el mismo. En general se considera que el pozo está en condiciones de ser muestreado cuando se han removido entre 3 a 5 volúmenes de la columna de agua, lo que puede ser constatado a través de la estabilidad de parámetros físico-químicos tales como pH, conductividad y turbiedad del agua removida. Dicha estabilidad se alcanzará cuando al menos tres lecturas consecutivas muestren variaciones cercanas a: pH  $\pm 0,1$ ,  $\pm 3\%$  conductividad y  $\pm 10\%$  para turbiedad.

Si luego de remover tres volúmenes de agua los parámetros químicos no se han estabilizado de acuerdo a los criterios arriba expuestos, se deberán remover volúmenes adicionales. Si los parámetros no se han estabilizado dentro de los cinco volúmenes queda a criterio del profesional encargado del muestreo el continuar con el proceso de purgado o comenzar con la etapa de toma de muestras.

Para el cálculo inicial del volumen de la columna de agua presente se necesitará realizar la medición del nivel de agua y conocer parámetros de construcción del pozo tales como diámetro y profundidad

$$V = \pi h d^2 / 4$$

h: nivel de agua

d: diámetro del pozo

V: Volumen de la columna de agua.

A partir de este cálculo podrá estimarse el volumen de agua a remover.

Para pozos de recuperación lenta, se debería evitar purgarlos a sequedad. Esto puede lograrse disminuyendo la velocidad de purga. En algunas situaciones, incluso con bajas velocidades de purga, un pozo puede ser bombeado a sequedad. En estas situaciones, esto generalmente constituye una purga adecuada, y el pozo puede ser muestreado cuando ha alcanzado una recuperación suficiente. En este caso por consiguiente no es necesario efectuar la remoción de los tres volúmenes de agua.

#### **-Purgado a bajo flujo ("low flow purging")**

Un método alternativo de purga es el método a bajo flujo, el cual está basado en investigaciones que sugieren que velocidades de purga menores a 1 l/min proveen resultados analíticos más reproducibles para análisis de compuestos orgánicos volátiles (VOC's) y metales, que aquellos obtenidos con velocidades de purga altas. El enfoque de muestreo de pozos a bajo flujo se aplica fundamentalmente a pozos que pueden mantener un rendimiento aproximadamente igual a la velocidad de purga.

Tanto la operación de purga como la toma de muestra se realizan a muy bajo caudal de manera de minimizar la perturbación al sistema subterráneo. Utilizando datos específicos de construcción del pozo se determina la profundidad en la que se ubicará la bomba (en general en la porción media zona de filtros). El purgado adecuado se alcanza cuando los parámetros físico-químicos mencionados más arriba se han estabilizado. Los flujos de bombeo generalmente utilizados se encuentran entre (0.1-0.5 ml/min pudiendo llegar a 1 l/min). Al inicio del purgado se comienza con velocidades de bombeo aproximadamente de 0.1 l/min, para ir incrementando hacia un valor tal que no cause una depresión del nivel superior a 10 cm. Una vez que el nivel de agua se ha estabilizado y mantenido, se comienza a monitorear los parámetros de campo tales como pH, conductividad, turbiedad, etc. Alcanzada la estabilidad de los mismos se comienza la etapa de muestreo.

(Procedimiento aplicable para pozos de diámetro interno de 25mm o más y de longitud de filtro de 3 m ó menos)

#### **-Equipamiento para la purga**

Independientemente del método de purga seleccionado, el equipamiento a utilizar para realizar dicha operación deberá estar construido o revestido con materiales inertes a fin de evitar cualquier contaminación proveniente de los mismos, y será descontaminado y/o acondicionado previo a su uso. Los materiales recomendados son acero inoxidable o teflón.

En cuanto a los flujos de bombeo, como se mencionó anteriormente para el método Low flow se opera a caudales muy restringidos (0.1-0.5 l/min), por lo tanto se deberá disponer de bombas que permitan trabajar a dichos caudales.

#### **-Toma de muestra de agua subterránea**

Las muestras serán colectadas de forma tal de causar la menor agitación y perturbación posible al sistema subterráneo. El orden de recolección de muestras será de aquellas destinadas al análisis de analitos más volátiles a menos volátiles.

Cuando se utilice bailer, este será descendido y recuperado en forma lenta, utilizando una soga descartable.

Cuando se aplica el método de bajo caudal, la recolección se realiza directamente de la salida de la tubería del equipo de bombeo.

Como consideraciones generales, las muestras deberían ser transferidas directamente del dispositivo de muestreo al envase acondicionado para tal fin de acuerdo a el/los parámetro/s a investigar.

Las muestras destinadas al análisis de compuestos orgánicos volátiles serán colectadas en primer lugar en viales de vidrio de 40ml provistos con septa y sin dejar en su interior cámara de aire (debe observarse ausencia de burbujas cuando el vial ya cerrado se invierte sobre la palma de la mano, caso contrario recolectar nuevamente la muestra). El caudal para la toma de muestra de VOC's será lo suficientemente bajo para minimizar cualquier efecto de agitación de la muestra. (en general aproximadamente 0.1 ml/min)

**Anexo 04:** Panel fotográfico



**Figura 13:** Toma de muestras del punto de captación Río Osmore.



**Figura 14:** Toma de la última muestra Río Osmore.



**Figura 15:** Toma de muestras del punto de captación Río Osmore.

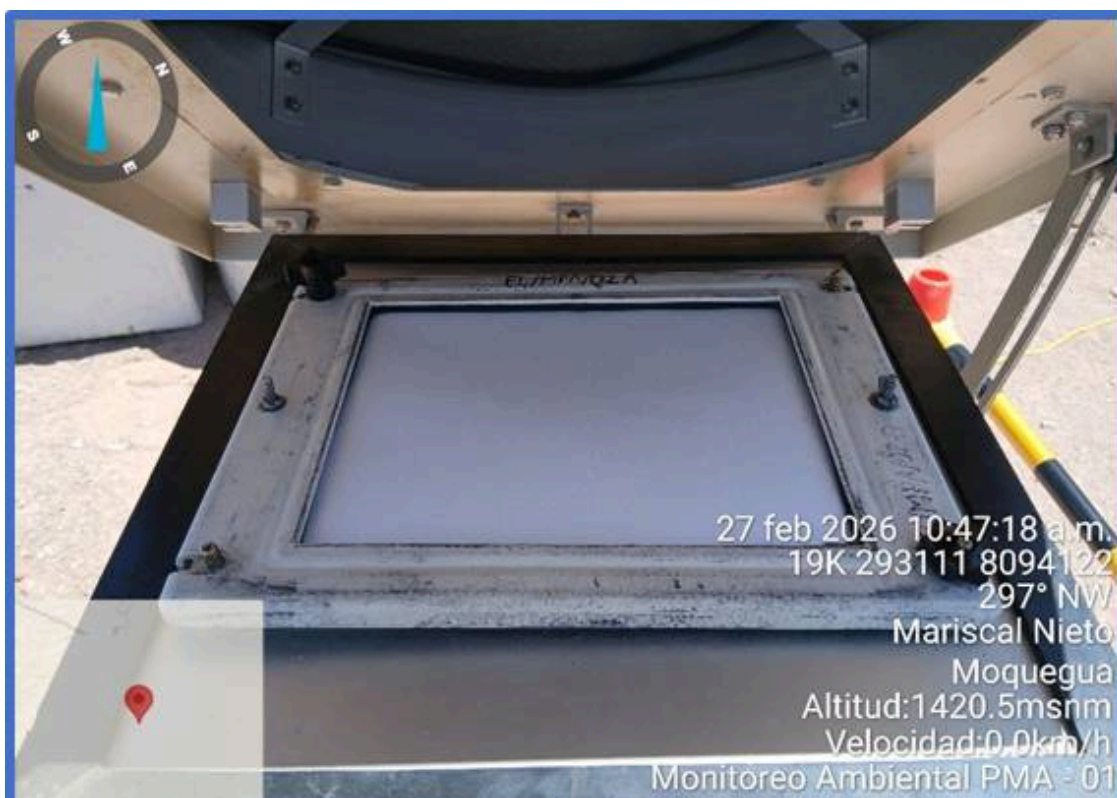


**Figura 16:** Conservación de las muestras tomadas del Río Osmore.

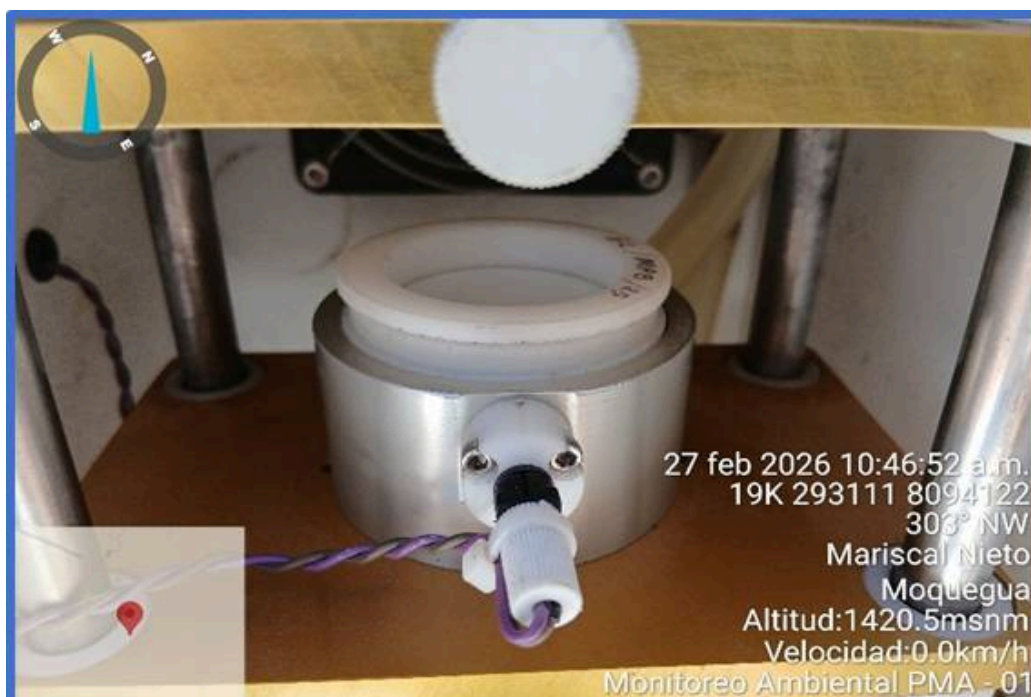


**Figura 17:** Conservación de las muestras tomadas del Río Osmore..



**Figura 18:** Resultados tomados para el análisis de los parámetros del río Osmore.

**Anexo 05:** Resultado de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de  
Calidad De Agua Del Río Osmore Provincia De Mariscal Nieto ,Moquegua - 2026



**BRF CONSULTORES S.A.C**  
RUC: 2061196826



**INFORME TÉCNICO DE CALIDAD DE AGUA - TESIS RÍO OSMORE**

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

|                                       |                                                               |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| pH ®                                  | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23rd Ed. LF: - LC: 0.00   |
| Conductividad ®<br>Oxígeno disuelto ® | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. LD: 0.01 LC: 0.00 |
| Temperatura ®                         | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B.23rd Ed. LD: - LC: 0.00       |

*\*ISO\*: International Organization for Standardization*  
*\*NTP\*: Ensayo Realizado en Campo (medida in situ)*

**IV. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA**

| PARÁMETRO / ENSAYO                                    | UNIDAD               | VALOR (PM-01) | REGISTRADO (PM-02) |
|-------------------------------------------------------|----------------------|---------------|--------------------|
| <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>                        |                      |               |                    |
| Color                                                 | Unidad: UC           | 10            | 10                 |
| Turbiedad                                             | Unidad: UNT          | 3             | 3                  |
| Sólidos Totales Disueltos (STD)                       | Unidad: mg/L         | 400           | 400                |
| Temperatura                                           | Unidad: °C           | 29.5          | 29.5               |
| <b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>                       |                      |               |                    |
| Potencial de hidrógeno (pH)                           | Unidad: Unidad de pH | 8.36          | 8.36               |
| Oxígeno disuelto                                      | mg/L                 | 6.83          | 6.83               |
| Conductividad Eléctrica                               | Unidad: µS/cm        | 1007          | 1007               |
| Cloruros                                              | Unidad: mg/L         | 152.4         | 152.4              |
| Sulfatos                                              | Unidad: mg/L         | 182.6         | 182.6              |
| Dureza Total                                          | Unidad: mg/L         | 182.6         | 190.9              |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )              | Unidad: mg/L         | 205.1         | 188.7              |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )              | Unidad: mg/L         | 8.8           | 9.2                |
| Fósforo Total Fósforo total                           | Unidad: mg/L         | 0.06          | 1.51               |
| <b>CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS</b>                |                      |               |                    |
| Coliformes Totales                                    | Unidad: NMP/100 mL   | 0             | 0                  |
| Coliformes Termotolerantes (Fecales)                  | Unidad: NMP/100 mL   | 0             | 0                  |
| <b>INFORMACIÓN ADICIONAL DE CAMPO</b>                 |                      |               |                    |
| Coordenadas UTM WGS 84 (PM-01): 8092892 N / 0288710 E |                      |               |                    |
| Altitud de Muestreo:                                  |                      |               |                    |
| Fecha y Hora de Muestreo: 27 - 02 - 2026              |                      |               |                    |
| Horario de Captación (PM-01): 13:15 p.m. / 13:30 p.m. |                      |               |                    |

**CLIENTE:**

**COORDINADAS UTM WGS 84:**

**Figura 19:** Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del río Osmore.

**BRF** CONSULTORES S.A.C  
RUC: 2061198828



**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

Moquegua, 28 de febrero del 2025

BRF CONSULTORES S.A.C.  
  
C.P.C. ROMÁN ROSA OÑQUE VARGAS  
GERENTE GENERAL  
DNI N° 44551407

**BRF**

**Figura 20:** Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del río Osmore.

[illegible]

**Figura 21:** Cadena de custodia.