



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“ESTUDIO Y DETERMINACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA  
DEL AGUA DEL RÍO MOMÓN-PUNCHANA”**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

**Bach.: GARCÍA AHUITE, MANUEL ERICK**

**Bach.: PROKOPIUK REATEGUI, WLADIMIR VIRMARK**

ASESOR:

**Dr. CÉSAR A. SÁENZ SÁNCHEZ**

**IQUITOS-PERÚ**

**2017**

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	6
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
3.	JUSTIFICACIÓN .....	12
4.	OBJETIVOS .....	13
4.1.	Objetivo general.....	13
4.2.	Objetivos específicos.....	13
5.	MARCO TEÓRICO.....	14
5.1.	Conceptos Generales .....	14
5.2.	Cuencas .....	14
5.3.	Subcuencas.....	15
5.4.	Características Hidrológicas del río Momón.....	15
5.5.	Características Hidrográficas del río Momón .....	16
5.6.	Características Climatológicas del río Momón .....	17
5.7.	Parámetros Físicos.....	18
5.8.	Parámetros Químicos .....	19
5.9.	Parámetros Bacteriológicos .....	26
6.	METODOLOGÍA .....	28
6.1.	Tipo de Investigación.....	28
6.2.	Diseño de la Investigación .....	28
6.3.	Equipos, Materiales y Reactivos .....	30
6.4.	Determinaciones.....	32
7.	RESULTADOS.....	39
7.1.	Estaciones de monitoreo en vaciante, media vaciante y creciente.....	39
7.2.	Parámetros y análisis <i>in situ</i> .....	40
7.3.	Análisis de efluentes gaseosos, sonoros y georreferenciación .....	41
7.4.	Parámetros y análisis en laboratorio .....	42
8.	DISCUSIONES .....	46
9.	CONCLUSIONES .....	53
10.	RECOMENDACIONES.....	55
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

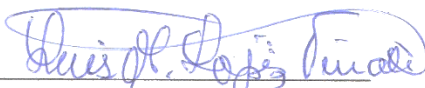
## ÍNDICE DE CUADROS

7.1.	Estaciones de monitoreo en vaciante, media vaciante y creciente.....	39
7.2.	Parámetros y análisis in situ.....	40
7.3.	Análisis de efluentes gaseosos, sonoros y georreferenciación.....	41
7.3.1.	Valores de los análisis en vaciante.....	42
7.3.2.	Valores de los análisis en media vaciante.....	43
7.3.3.	Valores de los análisis en creciente.....	44
7.3.4.	Valores promedio de los parámetros y análisis en el laboratorio.....	45
A.2.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	65

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

μS/cm	: Microsiemens por centímetro
A/G	: Aceites y Grasas
ANA	: Autoridad Nacional del Agua
dB	: Decibeles
CC–NN	: Comunidad nativa
D.T.	: Dureza Total
IIAP	: Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana
LMP	: Límite Máximo Permisible
mg/L	: Miligramos por litro
MINAM	: Ministerio del Ambiente
OD	: Oxígeno Disuelto
OMS	: Organización Mundial de la Salud
pH	: Potencial de hidrógeno
ppm	: Partes por millón
TDS	: Sólidos Totales Disueltos
UFC/100mL	: Unidades Formadoras de Colonias en 100 mL
UTM	: Universal Transversal De Mercator

## JURADO CALIFICADOR



Ing. Luis Alberto López Vinatea

Presidente

Ingeniero Químico Reg. C.I.P.: 32612



Ing. Jorge Antonio Suárez Rumiche

Miembro

Ingeniero Químico Reg. C.I.P.: 60878



Ing. Daniel Diómedes Carrasco Montañez

Miembro

Ingeniero Químico Reg. C.I.P.: 96801

## ASESOR



Ing. César Augusto Sáenz Sánchez

Ingeniero Químico Reg. C.I.P.: 32630

## RESUMEN

Se establece como objetivos del proyecto de investigación, el estudio y la determinación física, química y bacteriológica de las aguas del río Momón-Punchana. De tal manera, que muchas de las muestras tomadas, se analizaron *in situ*, obteniéndose valores promedios como: caudal (362 m<sup>3</sup>/s), pH (6,14), transparencia (28 cm), CO<sub>2</sub> (10,2 mg/L), temperatura del agua (30 °C); se analizaron en el laboratorio: conductividad eléctrica (17 µS/cm), OD (16 mg/L), cloruros (2,25 mg/L), alcalinidad (14 mg/L), dureza total (14 mg/L), dureza de Ca<sup>2+</sup> (4 mg/L), dureza de Mg<sup>2+</sup> (8 mg/L), A/G (0,98 mg/L), coliformes totales (3 UFC/100 mL), estableciendo además, que el río Momón es de origen amazónico, de características meándricas subsidiario del Nanay.

Podemos indicar que ciertos parámetros analizados en el cuerpo de agua del proyecto de investigación tienen importancia relevante, toda vez que forman parte del conglomerado determinado en la Matriz de Consistencia, como la ausencia de metales pesados: cadmio, bario y plomo.

Las aguas amazónicas son ácidas y no deben de consumirse directamente, sino previo tratamiento químico y bacteriológico. Se encontró que el OD en promedio alcanza a 16 mg/L, favoreciendo de esta manera la vida acuática en el área de incidencia del proyecto; así mismo, se encontró que la D.T. en promedio reporta un valor de 13 mg/L, de tal manera que son diluibles frente a compuestos jabonosos. En cuanto a los coliformes totales, las aguas de este río indican que estas bacterias se hallan en un valor de 3 UFC/100 mL.

Teniendo en cuenta los beneficios que prestaría el cuidado de las aguas del río Momón a las poblaciones establecidas en sus orillas, y el carácter turístico que se está dando, resulta de interés primordial el estudio de este cuerpo de agua, que proporcione seguridad a la gente y comunidades asentadas en la rivera de este río, con un ecosistema persistente en el tiempo y una biomasa sin contaminación para las especies que en ella viven, en particular acuáticas.

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua constituye un factor clave para el desarrollo de la amazonia, su principal importancia radica en el suministro de agua potable, uso doméstico y para los cultivos agrícolas. Sin embargo, el creciente desarrollo económico y tecnológico no sólo ha provocado un aumento en la dependencia de los recursos hídricos, sino que también, en muchas zonas se ha puesto en peligro la calidad del agua.

El agua es un compuesto inorgánico simple y abundante, que representa aproximadamente el 55-60% de la masa corporal de una persona adulta. El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), indica que la superficie de nuestro planeta, está constituido por tres cuartas partes de agua (71%). El 96% son océanos y mares, el resto “agua dulce”, existe en el ambiente como vapor de agua, en los ríos, lagos, en los polos, los glaciares, en la humedad del suelo, en los mantos acuíferos y en los seres vivos.

El agua se contamina cuando su composición se altera directa o indirectamente, por el hombre o por eventos de la naturaleza; de modo que, no reúna las condiciones necesarias para el uso destinado en su estado natural. Cuando un río o un lago reciben descargas de aguas residuales o agrícolas, con altos contenidos de nutrientes, puede producirse una fertilización excesiva de las aguas. Ello provoca el envejecimiento prematuro del cuerpo receptor, con la consecuente pérdida de oxígeno disuelto y proliferación de malezas acuáticas.

El ambiente se deteriora continuamente, afectando a muchos organismos que viven y se reproducen en ella, lo cual, paralelamente lastima el ciclo vital de otras especies. Por otro lado, es importante señalar que la presencia o ausencia de algunos microorganismos en los sistemas acuáticos, son indicadores de la calidad o ausencia de la misma, esto es conocido como bio-monitoreo. Es responsabilidad de todos los seres humanos, la protección del medio ambiente y los recursos naturales y artificiales. Para ello, debemos desarrollar hábitos de higiene ambiental **(ALBA-1988)**.

Generalmente los métodos e índices, para evaluar la calidad biológica del agua, están hechos, para ecosistemas lóticos, como ríos y quebradas y pocas veces, para ambientes lénticos, como lagos y lagunas **(PRAT-1998 & ROSSARO-2006)**.

El proyecto de investigación está referido al estudio y caracterización de las aguas del río Momón, con la finalidad de establecer y controlar los parámetros, que sobrepasen los límites máximos permisibles propuestos por las normas peruanas. Esta determinación se realizará con metodologías de monitoreo pre-establecidas *in situ* y en laboratorio; teniendo en cuenta parámetros como: caudal, pH, transparencia, dióxido de carbono, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloruros, alcalinidad, dureza, aceites y grasas coliformes totales, coliformes fecales, plomo, bario y cadmio.

Porque se espera que este cuerpo de agua sirva, de sostén en el tiempo, a las comunidades asentadas a lo largo y ancho de su extenso recorrido; así como, a las demás especies terrestres y acuáticas y de hecho, a la pequeña agricultura, ganadería, caza y pesca. Una de las principales amenazas, para la calidad del agua del río Momón, es la contaminación procedente del tránsito fluvial y residuos sólidos orgánicos e inorgánicos arrojados.

Para la ejecución del proyecto de investigación, se ha revisado bibliográficamente trabajos desarrollados por otros investigadores, enfocados a este propósito como:

**REIS-2011**, en *“Análisis al reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos”*, concluye que los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos, resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo que contienen algún compuesto con características corrosivas, infecciosas o tóxicas, representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones nacionales vigentes.



**CARRATO-2007**, en *“Propuesta de un programa de educación ambiental para la conservación del agua y recolección de residuos sólidos, aplicable a las comunidades”*, llegó a la conclusión, que tanto la conservación y desperdicio del agua al igual que el problema de la basura pueden ser disminuidos mediante la conciencia y participación de todos. Para esto es importante que la población conozca la clasificación de los desechos sólidos.

**ROJAS-2011**, en *“Estudio de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previo a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México”*, concluyó en que el agua del río San Pedro, Nayarit, está contaminada y no es adecuada para el uso y consumo humano, excepto para organismos acuáticos resistentes a ella.

**CASTILLO-2006**, en un estudio sobre *“La contaminación del agua de los ríos por los ingenios azucareros y su impacto en el medio ambiente, durante el tiempo de zafra o producción de azúcar en el Municipio de Escuintla Departamento de Escuintla”*, concluye que el impacto ambiental por la contaminación del agua de los ríos por los ingenios azucareros en el municipio de Escuintla, es una de las consecuencias que afecta directamente la biodiversidad natural de la zona, tanto en especies acuáticas, mamíferas, aves e insectos, junto con cultivos artesanales que necesitan el agua y detienen el porvenir de las personas, causándoles además de daños morales, psicológicos y sociales, enfermedades ambientales, que afectan su desarrollo económico y social.

**MARTÍNEZ-2009**, en el estudio: *“El nitrógeno en las aguas subterráneas de la comunidad de Madrid: descripción de los procesos de contaminación y desarrollo de herramientas para la designación de zonas vulnerables”*, llegó a la conclusión de que la procedencia mayoritariamente fluvial de las aguas de riego, favoreció el trasvase de agua desde la red fluvial al acuífero aluvial, alterándose la dinámica hídrica natural del sistema río-acuífero. Las variaciones invierno-vacante del nivel freático revelaron una inversión en la dinámica natural de recarga del acuífero, observándose ascensos de nivel en algunas zonas durante el vaciante, relacionados con los retornos de riego.

**DE LA OSSA-2011**, realizó una “*Evaluación del vertido de aguas residuales urbanas sobre hábitats de fondos blandos*”, concluyó que la población de *Spisula subtruncata* está afectada por la presencia de este tipo de vertido, detectándose un descenso de abundancia, así como la desaparición de individuos adultos en las estaciones más cercanas a los emisarios. Sin embargo, se detecta una alta variabilidad natural en la abundancia de este bivalvo, tanto entre años como en localidades.

**CABRERA-2002**, en “*Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: propuesta de recuperación*”, llegó a la conclusión que el impacto de los contaminantes orgánicos en las aguas costeras de la bahía de Chancay es severo, por la disminución en los tenores de oxígeno, el incremento en las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno, grasas y aceites, muy por encima de las normas legales vigentes.

En la amazonia peruana se realizaron trabajos sobre contaminación de cuerpos de agua en ríos, quebradas y lagos, para explicar y/o determinar el grado de contaminación, sean ellos por acciones naturales o antrópicas.

**ARIMUYA-2015**, en “*Evaluación de Impactos Ambientales, para la Electrificación del Sector Orillar de Belén-río Itaya, usando la Matriz de Leopold*”, concluyó que la línea base hidrológica indica que existen parámetros fuera de los LMP, como: pH (9,5 y 9,75), y coliformes totales y termotolerantes (< 4 y < 1 UFC/100 mL). O ligeramente mayores, como las emisiones sonoras (73,2 y 82,49 dB) y A/G (1,7 mg/L).

**CURI-2015**, en el trabajo de investigación “*Evaluación de los factores hidrológicos, hidrográficos y climatológicos para un balance hídrico en la cuenca del río Momón-Loreto*”, llegando a la conclusión que el balance hídrico de la cuenca del río Momón es positivo porque la diferencia de las magnitudes es positiva (2,79) y/o la relación de las mismas, es superior a uno (1,001).

**PASTOR-2005**, en su proyecto de investigación “*Determinación de los análisis de los cuerpos de agua de los ríos: Marañón, Tigre, Corrientes (Lote 8) y*

Amazonas”; que los parámetros: aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, se encuentran fuera de los LMP.

El proyecto, **ZEE-2008**, encontró en su trabajo de tesis sobre el río Morona, algunos parámetros fuera de los LMP, como: aceites y grasas, oxígeno disuelto, cadmio y bario, como consecuencia de la explotación petrolera en la zona.

**BURGA-2005**, en su tesis de grado: Evaluación de la contaminación por Hidrocarburos y metales pesados en los cuerpos de agua circundantes a la ciudad de Iquitos, Loreto, Perú; encontró contaminación en los ríos: Amazonas, Itaya, Nanay y los lagos de Rumococha y Moronacocha, siendo los parámetros comprometidos: aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, plomo y cadmio, fenoles.

**RUÍZ-2004**, en su tesis de grado: Cuantificación de parámetros físico químicos y bacteriológicos del río Corrientes, tramo Trompeteros-Capirona, para determinar su contaminación, Loreto, Perú. Analizó las aguas del río Corrientes, entre el tramo Trompeteros y Capirona, concluyendo que los parámetros de aceites y grasas, fenoles, se encuentran fuera de los LMP.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El impulso del hombre por el cuidado y protección de la naturaleza ha existido desde los principios de la humanidad. Para cumplir con este objetivo, surgen convenciones internacionales, representadas por jefes de estados, tratando de encontrar alternativas de solución a los problemas ambientales a nivel mundial.

En el río Momón, los desechos sólidos (orgánicos o inorgánicos) y los combustibles, por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo, para la salud y el ambiente. La contaminación afecta plantas y organismos que viven en estos cuerpos y en la mayoría de los casos, daña no solamente a las especies individuales, sino a las comunidades biológicas; haciendo de dicha agua, no apta para el consumo humano. La descarga de contaminantes específicos no es la única causa, también la tala indiscriminada de árboles, ganadería y pesca con sustancias químicas prohibidas y explosivos.

Las comunidades asentadas en las riveras de este río, debido al cierto grado de desarrollo obtenido, contribuyen a la contaminación, provocando en los pobladores, enfermedades como: diarreas, dolores estomacales, fiebres, vómitos, etc. Especialmente, provocados por el consumo del agua del río Momón. Por tal motivo, el interés en realizar el estudio y caracterización de estas aguas, hace surgir la siguiente interrogante:

***¿Qué características físicas, químicas y bacteriológicas presentan las aguas del río Momón?***

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La investigación denominada “Estudio y determinación física, química y bacteriológica de las aguas del río Momón–Punchana”, tiene por finalidad, alcanzar datos sobre el posible grado de contaminación de las aguas del río Momón, por acción antropogénica y hechos naturales, relacionando las variables en estudio, es decir, la contaminación del agua y los parámetros analizados.

Los beneficiarios serán las poblaciones asentadas a lo largo de las orillas de este río, despertando en las familias, la conciencia de identificarse con la problemática ambiental, a nivel general, como específico, en razón de identificarse con su entorno (medio ambiente) y el hombre, así como también promover una relación armónica entre el medio ambiente y las actividades antropogénicas, a través del desarrollo sostenible, con el fin de garantizar el sostenimiento y calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

La investigación permitirá conocer la calidad de las aguas del río Momón y evitar la posible proliferación de contaminantes y personas con enfermedades. Todo ello nos lleva a comprender la importancia de la cultura ambiental, para proteger y conservar nuestro ecosistema. Por lo que justifica su desarrollo y además servirá como antecedente, para comparar resultados estadísticos o a futuros estudios que se interesen en el tema.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Estudiar y determinar física, química y bacteriológicamente las aguas del río Momón–Punchana.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar y determinar las aguas del río Momón.
- Describir el sistema hidrológico e hidrográfico del río Momón.
- Analizar *in situ* parámetros físicos y químicos.
- Analizar parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en laboratorio.
- Analizar y comparar los resultados de los parámetros de las aguas del río Momón.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Conceptos Generales

Existen ecosistemas en la Amazonía que tienen características particulares, su composición, estructura y procesos, requieren de enfoques, que se diferencien nítidamente de los otros ecosistemas del país.

En lo referente al río Amazonas, durante su recorrido recibe el aporte de numerosos tributarios, que poseen dos regímenes hidrológicos bien diferenciados: a) en la parte norte, los ríos que nacen en las vertientes de los Andes ecuatorianos, como Putumayo, Napo, Tigre, Pastaza. b) en la parte sur, los ríos que nacen en las vertientes de los Andes peruanos, como Marañón, Ucayali. Estos presentan sus fases hidrológicas, casi opuestas, cuando los primeros están en época de vaciante, los segundos están en época de creciente. El ciclo hidrológico anual de los ríos que nacen en los Andes del Perú y que son los de mayor caudal, presentan cuatro fases bien marcadas: creciente (marzo, abril y mayo), media creciente (junio y julio), vaciante (agosto, septiembre y octubre) y media vaciante (noviembre, diciembre, enero y febrero) (**siaguaamazonia.org.pe**).

El proyecto de investigación, está orientado al estudio del río Momón, representado por tributarios, que se originan dentro del bosque húmedo. Sus aguas son de color café oscuro, debido a que presentan alto contenido de sustancias húmicas, ácidos fúlvicos y sustancias tánicas de la descomposición orgánica de las plantas (**SIOLI-1968**).

### 5.2. Cuencas

Las cuencas hidrográficas juegan un papel importante en el proceso socioeconómico, para el medio ambiente y el ser humano, y actúan como importantes reservorios de agua, que pueden ser aprovechadas, no sólo por el ser humano para su consumo personal, sino también suministrando recursos naturales, para el desarrollo de actividades

productivas; que dan sustento a la población, usos directos en agricultura, industria, agua potable, dilución de contaminantes; generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones; transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota.

Una cuenca, es un territorio en el que sus aguas llegan a un río mayor, un lago o un mar, se filtran o se evaporan, es un valle o una zona hundida y rodeada de montañas; incluye ecosistemas terrestres, como selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares y ecosistemas acuáticos, como ríos, lagos, humedales, y sus límites se establecen desde donde escurre el agua que se precipita en el territorio, hasta un punto de salida. En la cuenca hidrográfica, se distinguen por lo general tres sectores característicos: Alto, Medio y Bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos **(LLERENA-2003)**.

### **5.3. Subcuencas**

Es una cuenca dentro de otra más grande, son los afluentes de los ríos secundarios, que desaguan en el río principal, donde cada afluente, tiene su respectiva cuenca, denominada subcuenca **(LLERENA-2003)**.

### **5.4. Características Hidrológicas del río Momón**

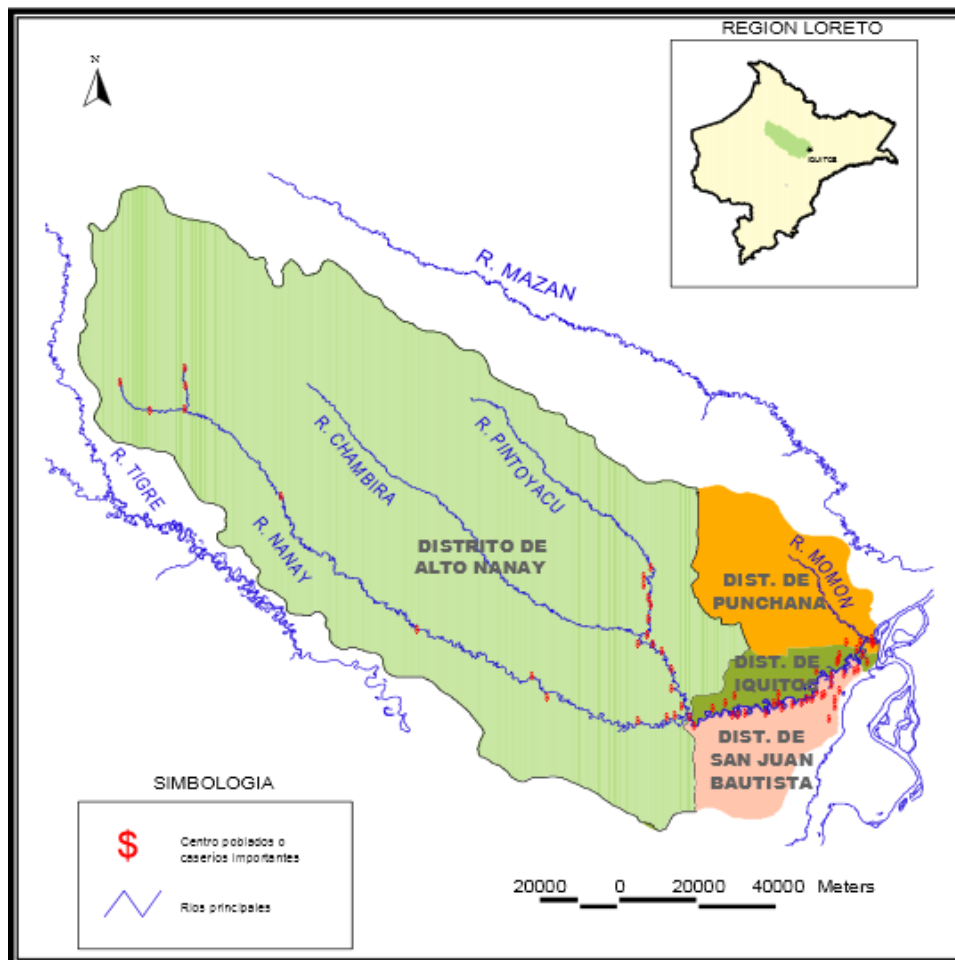
El río Momón, se caracteriza por tener aguas claras (a pesar de tener origen amazónico), es decir, con una importante carga sedimentaria, originada por las lluvias y el aporte erosivo de la escorrentía superficial ocurrente sobre los depósitos aluviales de arcillas, limos y arenas pocos consolidados, ubicados en los márgenes del río. Presenta aguas lénticas, con dinamismo durante todo el año. La vegetación ribereña presenta la huella de los niveles máximos alcanzados por el caudal estacional. En temporada de precipitaciones bajas (julio a



septiembre), el descenso del nivel del agua del río y la presencia de palos y maleza dificultan la navegabilidad, siendo esta sólo posible mediante el uso de embarcaciones pequeñas, como canoas, motores peque-peque o deslizadores, especialmente hacía los centros poblados ubicados aguas arriba (**ZEE-2008**).

#### **5.5. Características Hidrográficas del río Momón**

La subcuenca del Momón, presenta un área de 1 438,78 km<sup>2</sup> y es afluente del río Nanay, con niveles que varían en las diferentes estaciones del año. Sus nacientes, se hallan en las colinas que sirven de divisoria con los ríos Mazán y Pintuyacu, a unos 90 km al noroeste de la ciudad de Iquitos. Su curso sigue una dirección NO-SE, recibe el aporte de numerosas quebradas importantes, como Shimbillo y Shihua; desemboca finalmente en el río Nanay, cerca al poblado de Bellavista-Nanay, en Punchana. Presenta un curso sinuoso y meándrico. El ancho del cauce varía entre 20 m en las partes altas, y angostas y 50 m para lugares sinuosos y cerca de su desembocadura.



**Figura 1: Mapa de la cuenca del río Momón (Foro Peruano para el Agua-2009)**

En sus riberas se han asentado comunidades indígenas, como Boras, Yahuas, Jíbaros, Witotos; así como diversos pueblos campesinos. La desembocadura del río Momón en el Nanay se halla a 2,4 km, desde el Embarcadero Bellavista-Nanay y a 10 min en bote motor.

### 5.6. Características Climatológicas del río Momón

El clima es cálido y lluvioso con promedios anuales de temperatura media entre 25,6 a 27,2 °C y humedad relativa de 78% al 96%. Presenta un régimen pluviométrico tropical con la estación más lluviosa entre octubre y mayo. La precipitación anual promedio es de 3 000 mm. Durante los meses de junio o julio ocurren cambios drásticos en las condiciones climatológicas como el “fenómeno de San

Juan” o “friaje”, con caída brusca de la temperatura, incremento pronunciado en la presión atmosférica y disminución de la humedad ambiental, producto de la incursión de masas de aire frías y secas provenientes de la Antártida; tiene una duración de 2 a 4 días aproximadamente, donde la temperatura puede llegar a 13,6 °C **(MARENGO–2001)**.

## **5.7. Parámetros Físicos**

### **5.7.1. Conductividad**

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye mínimamente con la conductividad, y en su casi totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes. La medida de la conductividad es una buena forma de control de calidad de un agua, siempre que:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realizan a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante.

La conductividad se expresa normalmente como microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) **(RIGOLA–1989)**.

### **5.7.2. Sólidos Totales Disueltos (TDS)**

Los sólidos totales disueltos comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los TDS presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales.

Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de TDS en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras **(OMS–2006)**.

### **5.7.3. Temperatura**

El agua fría tiene, por lo general, un sabor más agradable que el agua tibia, y la temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión **(OMS-2006)**.

### **5.7.4. Transparencia**

La transparencia del agua disminuye con su profundidad, se mide por el índice de turbidez, que es función de las partículas en suspensión no disueltas, cuanto menor es el índice, más clara y de mejor calidad es el agua. La transparencia es una de las cualidades del agua, para valorar el buen estado físico-químico de los lagos, de las aguas costeras y de las aguas de transición. A medida que aumenta su índice de opacidad, se convierte en un cuerpo translúcido, para acabar siendo opaco, cuando la opacidad impide ver lo que hay al otro lado **(ARAGÓN-2014)**.

## **5.8. Parámetros Químicos**

### **5.8.1. Aceites y Grasas**

Los aceites y las grasas, son sustancias de origen vegetal o animal, mezclas de ésteres de la glicerina, con los ácidos grasos, es decir triglicéridos.

- **Grasas.** Son materiales sólidos a la temperatura ordinaria y compuestos orgánicos, se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno, son fuente de energía en los alimentos y pertenecen al grupo de los lípidos y vienen en forma sólida.
- **Aceites.** Son líquidos en las mismas condiciones, de orígenes diversos y no se disuelven en el agua.

Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de

metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua, que dañan a los seres vivos. Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales, que proceden de otras actividades **(MIRONOV-1970)**.

### **5.8.2. Alcalinidad**

Es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos **(RIGOLA-1989)**.

La alcalinidad es importante en el tratamiento del agua y en la química y biología de las aguas naturales. Frecuentemente, debe conocerse la alcalinidad del agua para calcular las cantidades de productos químicos que deben agregarse para su tratamiento. El agua altamente alcalina tiene generalmente valores altos de pH y contiene elevados niveles de sólidos disueltos. Estas características pueden ser perjudiciales para el agua usada en calderas, en los procesos de producción de alimentos y en los sistemas de tratamiento de aguas de suministro municipales. La alcalinidad sirve para amortiguar el pH y como depósito o resumidero para el carbono inorgánico, ayudando así a determinar la capacidad del agua de fomentar la proliferación de algas y otras formas de vida acuática, por lo que puede usarse como una medida de fertilidad del agua.

Generalmente, las especies básicas responsables de la alcalinidad del agua son el ion bicarbonato, el ion carbonato y el ion hidróxido. Otras especies que contribuyen a la alcalinidad, aunque en menor grado, son el amoníaco y las bases conjugadas de los ácidos fosfórico, silícico, bórico y los ácidos orgánicos.

La alcalinidad generalmente se expresa como alcalinidad a la fenolftaleína, correspondiendo a la valoración con ácido hasta el pH al que el  $\text{HCO}_3^-$  es la especie predominante de carbonato (pH 8,3), o como alcalinidad total, correspondiente a la variación con ácido al

punto final del anaranjado de metilo (pH 4,3), en el que ambas especies, bicarbonato y carbonato se convierten a CO<sub>2</sub>.

Es importante distinguir entre alta basicidad, manifestada por un pH elevado y alta alcalinidad, elevada capacidad de aceptar H<sup>+</sup>. Mientras que el pH es un factor de intensidad, la alcalinidad es un factor de capacidad.

La alcalinidad se expresa frecuentemente en unidades de mg/L de CaCO<sub>3</sub> (**MANAHAN-2006**).

### **5.8.3. Bario**

El bario es un oligoelemento presente en las rocas ígneas y sedimentarias. Sus compuestos tienen una gran diversidad de aplicaciones industriales, pero el bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales. Los alimentos son la fuente principal de consumo para la población que no está expuesta por motivos laborales, aunque si la concentración de bario del agua es elevada, el agua de consumo puede contribuir significativamente a la ingesta total (**OMS-2006**).

### **5.8.4. Cadmio**

El contaminante cadmio en el agua puede provenir de descargas industriales y de desechos mineros. El cadmio se usa ampliamente en el recubrimiento de metales. Químicamente, el cadmio es muy similar al zinc y estos dos metales experimentan frecuentemente procesos geoquímicos juntos. Ambos metales se encuentran en el agua en el estado de oxidación +2.

Los efectos del envenenamiento agudo con cadmio en humanos son muy severos. Entre ellos están la tensión arterial alta, daños en el riñón, destrucción de tejido testicular y destrucción de glóbulos rojos. Se cree que gran parte de la acción fisiológica del cadmio proviene de su similitud química con el zinc. Específicamente, el cadmio puede reemplazar al zinc en algunas enzimas, alterando la estereoestructura

de la enzima y dañando su actividad catalizadora. Todo ello da como resultado el desarrollo de diversas enfermedades.

El cadmio y el zinc son contaminantes comunes del agua y de los sedimentos en los puertos cercanos a instalaciones industriales. Se han encontrado concentraciones de estos metales de más de 100 ppm en peso seco en los sedimentos de puertos. Típicamente, durante los períodos de calma en la vaciante, cuando el agua se estanca, la capa anaerobia del fondo de agua en el puerto tiene una concentración baja de Cd soluble porque la reducción microbiana del sulfato produce sulfuros que precipitan el cadmio como sulfuro de cadmio insoluble **(MANAHAN-2006)**.

#### **5.8.5. Cloruros**

Otro parámetro indicativo de la calidad del agua es la concentración del ion cloruro. En aguas naturales, la presencia de este ion es debida a la disolución de roca salina y suelo que esté en contacto con el agua en zonas costeras, es debido a la infiltración de aguas marinas. Algunas otras fuentes de cloruros son las aguas de riego agrícola, así como las descargas de aguas residuales, domésticas o industriales.

En los casos anteriores puede citarse la cantidad de cloruros que posee el excremento humano que varía entre 6,0 y 6,2 gramos de cloruro por persona por día. En áreas o zonas donde el agua es muy dura (por excesiva cantidad de carbonatos), el ablandamiento del agua con salmuera también contribuye a la cantidad de cloruros en los efluentes. Debido a que los métodos convencionales de tratamiento de aguas no remueven al ion cloruro en un alto porcentaje, la presencia de este ion en cuerpos de agua en concentraciones mayores que las usuales puede ser indicativa de vertimiento de aguas residuales sin tratar a los cuerpos de agua **(SEPÚLVEDA, VILLALOBOS-2003)**.

### 5.8.6. Dióxido de Carbono

Es un gas relativamente soluble que se hidroliza formando iones bicarbonato y carbonato, en función del pH del agua. Las aguas subterráneas profundas pueden contener hasta 1 500 ppm, pero en las aguas superficiales se sitúa entre 1 y 30 ppm. Un exceso de  $\text{CO}_2$  hace al agua corrosiva (**RIGOLA-1989**).

### 5.8.7. Dureza

La dureza, debida a la presencia de sales de calcio y magnesio, mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. Afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales, siendo la principal fuente de depósitos e incrustaciones en calderas, intercambiadores de calor, tuberías, etc.

Existen diferentes formas de dureza:

- **Dureza total (D.T.).** Mide el contenido total de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . Se puede distinguir entre la dureza de calcio y la dureza de magnesio.
- **Dureza permanente o no carbonatada.** Mide el contenido en iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  después de someter el agua a ebullición durante media hora, filtración y recuperación de volumen inicial con agua destilada.
- **Dureza temporal o carbonatada.** Mide la dureza asociada a iones  $\text{HCO}_3^-$ , eliminable por ebullición, y es la diferencia entre la dureza total y la permanente.

Si la dureza es inferior a la alcalinidad toda la dureza es carbonatada, pero si la dureza es superior a la alcalinidad hay una parte de dureza no carbonatada, asociada a otros aniones.

La dureza se puede expresar en ppm de  $\text{CaCO}_3$ . Las aguas con menos de 50 ppm de  $\text{CaCO}_3$  se llaman blandas, hasta 100 ligeramente



duras, hasta 200 moderadamente duras, y a partir de 200 ppm muy duras.

La medición puede hacerse por análisis total o por complexometría con EDTA (**RIGOLA-1989**).

#### **5.8.8. Oxígeno Disuelto (OD)**

El oxígeno, O<sub>2</sub>, por su carácter oxidante juega un papel importante en la solubilización o precipitación de iones que presentan una forma insoluble. Su presencia es vital para todas las formas de vida superior y para la mayoría de microorganismos. Es el parámetro más importante en el control de la calidad de las aguas superficiales en cauces naturales. Provoca la corrosión de los metales, en líneas y equipos; pero su ausencia puede representar la presencia de otros gases tales como metano, sulfhídricos, etc. Se eliminan por desgasificación, o mediante reductores como el sulfito sódico y la hidracina (**RIGOLA-1989**).

#### **5.8.9. pH**

El pH es una medida de la concentración de los iones hidrógeno, y se define como  $\text{pH} = \log(1/[\text{H}^+])$ . Es una medida de naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.

Su medición se realiza fácilmente con un pHmetro bien calibrado, aunque también se puede disponer de papeles especiales que, por coloración, indican el pH. Los valores del pH han de ser referidos a la temperatura de medición, pues varían con ella (**RIGOLA-1989**).

#### **5.8.10. Plomo**

El plomo inorgánico que proviene de varias fuentes industriales y minera existen en el agua en el estado de oxidación +2. La gasolina con plomo fue una importante fuente atmosférica y terrestre de ese metal y gran parte ha entrado eventualmente en los sistemas de aguas naturales. Además de las fuentes contaminantes, la caliza portadora

de plomo y la galena (PbS) aportan ese metal a las aguas naturales en algunos lugares.

A pesar del gran incremento del uso total de plomo por la industria, la evidencia a partir de muestras de pelo y de otras fuentes indica que el contenido de este metal tóxico en el cuerpo ha disminuido durante las décadas recientes. Éste puede ser el resultado de usar menos plomo en las cañerías y en otros productos que entran en contacto con alimentos o bebidas, además de la prohibición del uso de gasolinas con plomo.

El envenenamiento agudo con plomo en los humanos causa una disfunción severa en los riñones, el sistema reproductor, el hígado, el cerebro y el sistema nervioso central, dando como resultado enfermedades o incluso la muerte. Se piensa que el envenenamiento con plomo debido a la exposición ambiental ha causado retraso mental en muchos niños. El envenenamiento leve con plomo causa anemia. La víctima puede tener dolores de cabeza y musculares y puede sentirse generalmente fatigada e irritable.

Excepto en casos aislados, el plomo probablemente no es ya un problema importante en el suministro de agua potable, aunque existe peligro potencial en los casos donde todavía estén en uso cañerías de plomo viejas. El plomo ha sido un constituyente de la soldadura y de algunas formulaciones utilizadas para la unión de cañerías, por lo que el agua doméstica de hecho tiene algún contacto con el plomo. El agua que ha permanecido en las cañerías domésticas durante algún tiempo puede acumular niveles significativos de plomo (junto con zinc, cadmio y cobre) y debe dejarse escolar o fluir durante algún tiempo antes de su uso **(MANAHAN-2006)**.

## **5.9. Parámetros Bacteriológicos**

### **5.9.1. Coliformes Totales**

Son las *Enterobacteriaceae* lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias, que se definen más por las pruebas usadas, para su aislamiento, que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* y se caracterizan por su capacidad, para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación, comprendida entre 30–37°C.

Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc.

([http://virus.usal.es/Web/demo\\_fundacua/demo2/FiltraMembColiT\\_auto.html](http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html)).

### **5.9.2. Coliformes Termotolerantes**

Dentro del grupo de los coliformes totales, existe un subgrupo, que es el de los coliformes fecales. Los coliformes fecales son coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24–48 horas a temperaturas comprendidas entre 44 y 45°C en presencia de sales biliares ([http://virus.usal.es/Web/demo\\_fundacua/demo2/FiltraMembColiT\\_auto.html](http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html)).

Se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente.

Los coliformes termotolerantes, denominados así, porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *Escherichia coli*, pero, se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas últimas forman parte de los coliformes termotolerantes, pero, su origen normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo

ocasionalmente, forman parte de la microbiota normal **(NARVÁEZ-2008)**.

Por esto algunos autores plantean que el término de coliformes fecales, comúnmente utilizado, debe ser sustituido por coliformes termotolerantes **(CHIROLES-2007)**.

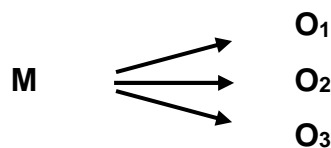
## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Tipo de Investigación

Se trata de una investigación descriptiva, utilizando la clasificación empleada por SÁNCHEZ Y REYES (1996). La investigación puede ser tipificada como “investigación sustantiva”, ya que trata de describir y explicar un fenómeno. Descripción y explicación, en este sentido, aparecen estrechamente relacionados ya que es obvio que no se puede explicar un fenómeno si antes conocer sus características.

### 6.2. Diseño de la Investigación

El presente estudio asumió un diseño “descriptivo”. Es decir, se describieron las variables consideradas (parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y calidad del agua). En el siguiente esquema se puede apreciar el diagrama del diseño de investigación asumido:



donde:

M = es la muestra del estudio

O<sub>1</sub> = representan las observaciones en el punto de muestreo 1

O<sub>2</sub> = representan las observaciones en el punto de muestreo 2

O<sub>3</sub> = representan las observaciones en el punto de muestreo 3

El proyecto de investigación se ha dividido en tres etapas:

#### 6.2.1. Etapa de Precampo

Teniendo en cuenta los objetivos del proyecto de investigación, se han determinado en las aguas del río Momón, tres estaciones de monitoreo: vaciante, media vaciante y creciente.

En cada una de estas estaciones se establecieron tres puntos de monitoreo, teniendo en cuenta las características hidrológicas e hidrográficas de dicho río:

- Primer Punto: Boca del río Momón
- Segundo Punto: Fundo Garden
- Tercer Punto: CC-NN Quichua Alamas

### **6.2.2. Etapa de Campo**

La etapa de campo se realizó de acuerdo a la planificación en 3 estaciones. En las cuales se efectuaron las mismas acciones de muestreo.

El procedimiento de muestreo a describir se refiere a una sola estación, para evitar redundancias. El desarrollo de la visita de campo se dio de la siguiente manera:

- La salida a campo, correspondiente a la estación media vaciante, ocurrió el día domingo 31 de enero del 2016.
- El embarque en Bellavista–Nanay fue a las 9:30 a.m.
- Con un tiempo de viaje de 20 minutos se llegó al primer punto de muestreo, boca del río Momón, en donde se tomaron las medidas de parámetros como: georreferencia, pH, temperatura, CO<sub>2</sub>, transparencia y caudal. Se tomaron las muestras en dos tipos de recipientes: plástico y vidrio borosilicato.
- Los siguientes puntos de muestreo estuvieron a 30 y 50 minutos, ubicándonos cerca del Fundo Garden y la CC–NN Quichua Alamas respectivamente; realizando las mismas actividades descritas en el primer punto de muestreo.

Los recipientes con las muestras fueron transportadas en un deposito “cooler”, para su posterior análisis en laboratorio.

Las muestras recogidas en recipientes de vidrio borosilicato fueron entregadas el día siguiente al Laboratorio de Análisis Clínico–UNAP para el análisis de parámetros bacteriológicos.

Los análisis de los parámetros físicos y químicos restantes se realizaron en los laboratorios de Análisis Químicos y Ciencias Naturales.

### **6.2.3. Etapa de Postcampo**

Se basa en la interpretación de los resultados de la fase de campo y pre-campo. Se analizan datos, se asumen criterios y ajustes de la información, concluyendo con el informe final.

De tal forma que todo lo recopilado en la primera etapa, como aspectos conceptuales de términos, trabajos de investigación relacionados con el proyecto, lugar y características del área de incidencia del proyecto y población comprometida. La etapa de campo, se relaciona con el accionar real del objetivo del proyecto, tomando los datos necesarios *in situ*, tales como muestras paramétricas de agua, acústica, aire. Así mismo, ciertos parámetros se miden en el lugar de incidencia, mientras que otros, son tratados con sustancias químicas que justifican su preservación, hasta llegar al laboratorio donde serán analizados. Así mismo, en esta etapa se complementa toda la información necesaria para realizar la discusión de los parámetros encontrados en comparación con trabajos similares realizados por otros investigadores; se desarrolla también la conclusión, que nos indicará si el proyecto alcanzó la justificación y los objetivos propuesto; para luego finalizar, con las recomendaciones del caso.

## **6.3. Equipos, Materiales y Reactivos**

### **6.3.1. Equipos.**

- Colorímetro
- Conductímetro
- Disco Secchi ( $\varnothing=15$  cm; material de fierro)
- Equipo de filtración.
- Espectrofotómetro
- GPS

- pH metro
- Refrigerador
- Rotavapor
- Termómetro
- Turbidímetro

### **6.3.2. Materiales**

- Algodón
- Botella de vidrio borosilicato
- Botella de plástico
- Bureta
- Erlenmeyer
- Pera de decantación
- Pinza
- Pipeta
- Placa petri
- Probeta graduada
- Vaso de precipitados

### **6.3.3. Reactivos**

- Ácido sulfúrico 0,02 y 14,5 N
- Agua destilada
- Alcohol 96°
- Anaranjado de metilo
- Buffer (tipo citrato)
- Cianuro de potasio
- Cloroformo
- Cromato de potasio 5%
- DitiVer
- Hexano
- Hidróxido de sodio 5 N
- Indicador negro de eriocromo T
- Nitrato de plata 0,01N



- Solución buffer (NaOH), pH 10
- Solución de EDTA 0.01M (sal disódica)
- Solución m-ENDO
- Solución m-FC
- Tiosulfato sódico

## 6.4. Determinaciones

### 6.4.1. Parámetros Físicos

- **Conductividad** – Método electrométrico (Thermo Fischer Scientific Inc.)
  1. Homogenizamos la muestra.
  2. Enjuagamos la sonda de conductividad con agua destilada. Retiramos el exceso de agua y secamos la sonda con un paño libre de pelusa.
  3. Colocamos la sonda de conductividad dentro de la muestra. Hacemos la lectura cuando el ícono “ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ” se estabiliza.
- **Temperatura**

Lo determinamos con un termómetro de campo, con bulbo tubular, lleno de mercurio, cuyas unidades se expresan en °C.
- **Transparencia**
  1. Sumergimos lentamente el disco en el cuerpo de agua, hasta que se notó con dificultad la coloración de la parte superior del disco.
  2. Retiramos el disco del agua y hacemos la lectura sobre la cuerda la profundidad indicada en centímetros.

### 6.4.2. Parámetros Químicos

- **Aceites y Grasas** – Método APHA–1664
  1. En una pera de decantación medimos 350 mL de muestra problema.
  2. Acidificamos con 4 mL de ácido sulfúrico (14,5 N).
  3. Agregamos 30 mL de hexano ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ).

4. Agitamos con cuidado y dejamos reposar por 10 minutos (se colocó en la parte final de la pera una bolita de algodón, para una mejor filtración).
5. Después filtramos en un balón pequeño de 50 mL con boca aforada, previamente pesado.
6. Concentramos el filtrado en un rotavapor.
7. Dejamos enfriar.
8. Llevamos el balón a un desecador con silica gel, durante 1 hora.
9. Pesamos de nuevo el balón en una balanza analítica.
10. Establecemos las concentraciones de los aceites y grasas por diferencia de peso en ppm.

▪ **Alcalinidad Total** – Método de valoración

1. A 100 mL de muestra problema se añadieron gotas de anaranjado de metilo.
2. Titulamos con solución de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,02 N, hasta que el color cambie de amarillo a anaranjado.

$$g_{CaCO_3} = N \times V \times 0.05$$

donde:

- |      |   |  |
|------|---|--|
| $N$  | = | Normalidad del H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>      |
| $V$  | = | Volumen gastado del titulante                      |
| 0,05 | = | Peso miliequivalente-gramo del carbonato de calcio |

▪ **Bario** – Método fotométrico

1. Filtramos 100 mL de muestra en un Erlenmeyer.
2. Tomamos dos celdas de 25 mL cada uno.
3. Vertemos en una de ellas 25 mL de la muestra filtrada, que nos sirvió de blanco
4. Llevamos a la otra celda 25 mL de la muestra filtrada.
5. Adicionamos una almohadilla de reactivo BariVer 4 – Barium Reagent Powder Pillow.

6. Llevamos el blanco al espectrofotómetro y apretamos el botón “ZERO”.
  7. Esperamos que la pantalla nos muestre 0,00 mg/L.
  8. Retiramos el blanco rápidamente y llevamos la muestra problema.
  9. Esperamos que se estabilice y leemos el valor mostrado en mg/L
- **Cadmio – Método fotométrico**
1. Vertemos en una pera 250 mL de la muestra problema.
  2. Agregamos una almohadilla buffer (tipo citrato) y mezclamos.
  3. En una probeta de 100 mL, vertemos 60 mL de cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) y mezclamos con el contenido de una almohadilla de DithiVer.
  4. Tomamos 30 mL de la probeta del punto 3.
  5. Agregamos 20 mL de hidróxido de sodio (50 %) y mezclamos.
  6. Adicionamos 1 g de cianuro de potasio (KCN) y mezclamos.
  7. Vertemos en la pera del punto 2 y mezclamos.
  8. Ponemos en el pico fino de la pera, una pequeña bola de algodón y dejamos en reposo por 1 minuto.
  9. Preparamos dos celdas de vidrio (A y B).
  10. En la celda “A”, ponemos 25 mL de cloroformo, que sirvió de blanco.
  11. En la celda “B” colocamos 25 mL de la muestra problema, filtrado de la pera.
  12. Llevamos la muestra en blanco al aparato y apretamos “ZERO”.
  13. Esperamos que aparezca 0,00 mg/L.
  14. Retiramos la muestra en blanco rápidamente y llevamos la muestra problema.
  15. Esperamos que se estabilice y leemos el valor mostrado, en mg/L.

▪ **Cloruros** – Método de valoración

1. En una bureta llevamos 50 mL de nitrato de plata 0,01N.
2. Llevamos a un Erlenmeyer 50 mL de muestra.
3. Ponemos en la muestra 1 mL de dicromato de potasio tornándose la solución amarilla.
4. Titulamos hasta que cambió la coloración a rojo ladrillo.

$$g_{Cl^-} = N \times V \times 0,0355$$

donde:

- $N$  = Concentración del nitrato de plata  
 $V$  = Volumen gastado del titulante  
0,0355 = Peso miliequivalente-gramo del ion cloruro

▪ **Dióxido de carbono** – Método de valoración

1. Filtramos 50 mL de la muestra en un Erlenmeyer de 150 mL.
2. Transferimos a un vial 15 mL de la muestra filtrada.
3. Adicionamos 1 gota de fenolftaleína al 0,1%.
4. Agregamos gota a gota hidróxido de sodio 0,01N y mezclamos, hasta que la solución se torne rosada.
5. Las gotas que añadimos se multiplicaron por el factor 2 y encontramos la concentración de dióxido de carbono en mg/L.

▪ **Dureza Total** – Método de valoración

1. A 100 mL de la muestra se adicionó 2 mL de solución buffer, con pH 10.
2. Se añadió 4 gotas del indicador negro de eriocromo T (NET).
3. La titulación se realizó con solución de EDTA 0.01M, hasta que el color cambió de rojo vino a azul.

$$g_{CaCO_3} = N \times V \times 0.05$$

donde:

- $N$  = Normalidad del EDTA  
 $V$  = Volumen gastado del titulante  
0,05 = Peso miliequivalente-gramo del carbonato de

## calcio

### **Dureza de Calcio** – Método de valoración

1. A 100 mL de la muestra añadimos NaOH 1N hasta que alcanzamos un pH=12.
2. Adicionamos murexida dándole un color rosado a la solución.
3. Titulamos con EDTA 0,01M hasta que la solución vire a violeta.
4. El resultado se expresa en ppm de Ca

### **Dureza de Magnesio**

Hallamos por la diferencia entre la dureza total y la dureza de calcio.

### ▪ **Oxígeno Disuelto** – Método de valoración

1. Llenamos el frasco redondo con la muestra de agua dejando que ésta rebose durante 2 o 3 minutos.
2. Inclinaimos el frasco levemente y tapamos con cuidado para evitar que queden retenidas burbujas de aire.
3. Agitamos de nuevo el matraz, vigorosamente.
4. Esperamos hasta que los flóculos, se depositen a mitad del volumen.
5. Los flóculos no se depositarán, si existieran altas concentraciones de cloro. En todo caso esperamos de 4 a 5 minutos antes de continuar.
6. Retiramos el tapón y añadimos el contenido de una cápsula de reactivo. Tapamos el matraz suavemente, para evitar atrapar burbujas de aire (si se nota burbujas, desechamos la muestra y empezamos de nuevo el análisis).
7. Sacudimos vigorosamente el matraz, los flóculos se disuelven y la muestra se tornará amarilla si contiene oxígeno disuelto.
8. Llenamos al máximo la probeta, con la muestra preparada.
9. Vertimos el contenido de la probeta al matraz, para mezclar.
10. Depositamos gota a gota, la solución patrón de tiosulfato sódico, al matraz. Contamos cada gota añadida. Agitamos hasta

mezclar cada gota añadida. Continuamos añadiendo hasta que la muestra se vuelva incolora.

11. El número total de gotas, de la solución valorada, equivale al total de oxígeno disuelto, expresado en mg/L.

▪ **pH** – Método potenciométrico

Colocamos el electrodo dentro de la muestra. Hacemos la lectura cuando el ícono de pH se estabilice.

▪ **Plomo** – Método fotométrico

1. Vertimos en una pera 250 mL de la muestra.

2. Agregamos el contenido de una almohada buffer (tipo citrato).

3. En una probeta de 100 mL, vertimos 60 mL de cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) y mezclamos con el contenido de una almohada de DithiVer.

4. Tomamos 30 mL de la probeta del punto 3.

5. Luego vertimos en la pera y comenzamos a mezclar.

6. Adicionamos 5 mL de hidróxido de sodio 5 N, agitamos hasta obtener una coloración rosada, llevándolo a un pH = 11.

7. Agregamos 1 g de cianuro de potasio (KCN).

8. Ponemos en el extremo más fino de la pera, una pequeña bola de algodón (servirá de filtro) y dejamos en reposo por 1 minuto.

9. Preparamos dos celdas de vidrio (A y B).

10. En la celda "A", colocamos 25 mL de la muestra filtrada.

11. Llevamos la muestra "B" (conteniendo cloroformo), que sirvió de blanco y apretamos "ZERO".

12. Esperamos que aparezcan las unidades (0,00 mg/L).

13. Retiramos la muestra en blanco rápidamente y llevamos la muestra "A", a la celda.

14. Esperamos que se estabilice, leer el valor y lo dividimos entre 1000 (porque, viene en mg/L).

### 6.4.3. Parámetros Bacteriológicos

- **Coliformes Totales** – Método de filtración

1. Armamos el equipo de filtración.
2. Colocamos una membrana filtrante en el equipo de filtración, utilizando una pinza esterilizada con la llama del mechero de alcohol.
3. Tomamos 100 mL de la muestra, esparciendo por toda la zona del filtro.
4. Una vez esparcido, prendemos la bomba de vacío.
5. Llevamos la membrana filtrante a la placa petri.
6. Agregamos en la placa petri, 2 mL de la solución m-ENDO.
7. Tapamos la placa petri y lo volteamos. Llevamos a la incubadora durante 24 horas a una temperatura de 35,5 °C.
8. Cumplido el tiempo de incubación, hacemos lectura de todas las manchas que tengan una coloración plateada.

- **Coliformes Termotolerantes** – Método de filtración

9. Armamos el equipo de filtración.
10. Colocamos una membrana filtrante en el equipo de filtración, utilizando una pinza esterilizada con la llama del mechero de alcohol.
11. Tomamos 100 mL de la muestra, esparciendo por toda la zona del filtro.
12. Una vez esparcido, prendemos la bomba de vacío.
13. Llevamos la membrana filtrante a la placa petri.
14. Agregamos en la placa petri, 2 mL de la solución m-FC.
15. Tapamos la placa petri y lo volteamos. Llevamos a la incubadora durante 24 horas a una temperatura de 44,5 °C.

Cumplido el tiempo de incubación, hacemos lectura de todas las manchas que tengan una coloración rojo ladrillo brillante.

## 7. RESULTADOS

Se han considerado tres puntos de muestreo, en tres estaciones del año: vaciante, media vaciante y creciente.

### 7.1. Estaciones de monitoreo en vaciante, media vaciante y creciente

Puntos de muestreo	Nombre	Georreferencia (UTM)		
		Vaciante	Media vaciante	Creciente
1	Boca río Momón	18M-0692518 9592110	18M-0692612 9592232	18M-0692772 9592342
2	Fundo Garden	18M-0690295 9593678	18M-0690276 9593760	18M-0690262 9593737
3	CC-NN Quichua Alamas	18M-0684987 9598797	18M-0684946 9598908	18M-0684946 9598987

**Cuadro N° 01**

**Fuente:** Elaboración propia-2016



## 7.2. Parámetros y análisis *in situ*

Parámetros	Punto 1 Boca río Momón	Punto 2 Fundo Garden	Punto 3 CC-NN Quichua Alamas
<b>Estación de vaciante</b>			
pH	6,44	6,42	6,45
Transparencia	40 cm	32 cm	26 cm
CO <sub>2</sub>	10 mg/L	8 mg/L	8 mg/L
Temp. Agua	28 °C	28 °C	28 °C
Temp. Aire	34 °C	33 °C	33 °C
<b>Estación de media vaciante</b>			
pH	6,12	6,17	6,13
Transparencia	35 cm	28 cm	20 cm
CO <sub>2</sub>	12 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
Temp. Agua	30 °C	30 °C	31 °C
Temp. Aire	33 °C	31 °C	33 °C
<b>Estación de creciente</b>			
pH	5,80	5,87	5,83
Transparencia	29 cm	25 cm	19 cm
CO <sub>2</sub>	12 mg/L	12 mg/L	12 mg/L
Temp. Agua	31 °C	30 °C	31 °C
Temp. Aire	32 °C	31 °C	32 °C

**Cuadro N° 2**

Fuente: Elaboración propia-2016

### 7.3. Análisis de efluentes gaseosos, sonoros y georreferenciación

Puntos	Sonido (dB)	Gases		
		H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Vaciante</b>				
1	41	0,8	0,92	0,82
2	38	0,75	0,93	0,87
3	42	0,78	0,93	0,85
<b>Media vaciante</b>				
1	42	1,00	1,20	1,00
2	35	0,96	1,42	1,03
3	40	0,96	1,42	1,0 3
<b>Creciente</b>				
1	45	1,2	1,5	1,25
2	52	1,0	1,35	1,2
3	56	1,0	1,38	1,2

**Cuadro N° 3**

**Fuente:** Elaboración propia-2016.

## 7.4. Parámetros y análisis en laboratorio

### 7.4.1. Valores de los análisis en vaciante

Puntos	Fecha	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Temp. H <sub>2</sub> O (°C)	pH	Transparencia (cm)	Conductividad (μS/cm)	TDS (mg/L)	OD (mg/L)	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Cloruros (mg/L)	AK. Tot. (mg/L)	D. T. (mg/L)	D. Ca (mg/L)	D. Mg (mg/L)	A/G (mg/L)	Coliformes Totales (UFC /100mL)	Coliformes Termot. (UFC /100mL)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L)
1	31.10.15	346	28	6,44	40	14	8	12	10	3,91	13	12	6	6	1,08	6	2	ND	ND	ND
2	31.10.15	316	28	6,42	32	15	8	14	8	2,49	16	16	4	12	0,80	3	1	ND	ND	ND
3	31.10.15	284	28	6,45	26	16	9	13	8	1,78	19	16	6	10	0,80	3	1	ND	ND	ND
Prom	–	315	28	6,44	33	15	8	13	8,7	2,73	16	15	5	9	0,89	4	1	–	–	–
LMP	–	–	Δ3	6,5-9,0	–	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	5	3000	2000	0,00 025	0,00 25	1

**Cuadro N°4**

**Fuente:** Elaboración propia-2016

**Referencia:** D.S.: 015-2015-MINAM; D.S.: 002-2008-MINAM

#### Leyenda

**N.S:** Sin especificar

**N.D:** No Detectado

#### 7.4.2. Valores de los análisis en media vaciante

Puntos	Fecha	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Temp. H <sub>2</sub> O (°C)	pH	Transparencia (cm)	Conductividad (μS/cm)	TDS (mg/L)	OD (mg/L)	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Cloruros (mg/L)	AK. Tot. (mg/L)	D. T. (mg/L)	D. Ca (mg/L)	D. Mg (mg/L)	A/G (mg/L)	Coliformes Totales (UFC/100mL)	Coliformes Termot. (UFC/100mL)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L)
1	31.01.16	384	30	6,12	35	16	9	15	12	3,20	10	14	5	9	1,20	4	1	ND	ND	ND
2	31.01.16	351	30	6,17	28	17	9	17	10	2,13	15	13	3	10	0,90	2	< 1	ND	ND	ND
3	31.01.16	315	31	6,13	20	17	9	16	10	1,42	16	13	5	8	0,90	2	< 1	ND	ND	ND
Prom	–	350	30	6,14	28	17	9	16	10,7	2,25	14	13	4	9	1,00	3	–	–	–	–
LMP	–	–	Δ3	6,5-9,0	–	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	5	3000	2000	0,00 025	0,00 25	1

**Cuadro N°5**

**Fuente:** Elaboración propia–2016

**Referencia:** D.S.: 015-2015-MINAM; D.S.: 002-2008-MINAM

**Leyenda**

**N.S:** Sin especificar

**N.D:** No Detectado

### 7.4.3. Valores de los análisis en creciente

Puntos	Fecha	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Temp. H <sub>2</sub> O (°C)	pH	Transparencia (cm)	Conductividad (μS/cm)	TDS (mg/L)	OD (mg/L)	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Cloruros (mg/L)	AK. Tot. (mg/L)	D. T. (mg/L)	D. Ca (mg/L)	D. Mg (mg/L)	A/G (mg/L)	Coliformes Totales (UFC /100mL)	Coliformes Termot. (UFC /100mL)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L)
1	25.03.16	461	31	5,80	29	17	10	18	12	2,49	8	11	4	7	1,30	2	< 1	ND	ND	ND
2	25.03.16	421	30	5,87	25	19	10	19	12	1,78	12	10	2	8	1,00	1	< 1	ND	ND	ND
3	25.03.16	378	31	5,83	19	19	10	17	12	1,07	13	10	4	6	0,89	1	< 1	ND	ND	ND
Prom	–	420	31	5,83	24	18	10	18	12	1,78	11	10	3	7	1,06	1	–	–	–	–
LMP	–	–	Δ3	6,5-9,0	–	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	5	3000	2000	0,00 025	0,00 25	1

**Cuadro N°6**

**Fuente:** Elaboración propia-2016

**Referencia:** D.S.: 015-2015-MINAM; D.S.: 002-2008-MINAM

**Legenda**

**N.S:** Sin especificar

**N.D:** No Detectado

#### 7.4.4. Valores promedio de los parámetros y análisis en el laboratorio

Puntos	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Temp. H <sub>2</sub> O (°C)	pH	Transparencia (cm)	Conductividad (µS/cm)	TDS (mg/L)	OD (mg/L)	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Cloruros (mg/L)	AK. Tot. (mg/L)	D. T. (mg/L)	D. Ca (mg/L)	D. Mg (mg/L)	A/G (mg/L)	Coliformes Totales (UFC/100mL)	Coliformes Termot. (UFC/100mL)	Cadmio (mg/L)	Bario (mg/L)	Pb (mg/L)
Vaciante	315	28	6,44	33	15	8	13	8,7	2,73	16	15	5	9	0,89	4	1	-	-	-
Media creciente	350	30	6,14	28	17	9	16	10,7	2,25	14	13	4	9	1,00	3	-	-	-	-
Creciente	420	31	5,83	24	18	10	18	12	1,78	11	10	3	7	1,06	1	-	-	-	-
Prom	362	30	6,14	28	17	9	16	10,5	2,25	14	13	4	8	0,98	3	-	-	-	-
LMP	-	Δ3	6,5-9,0	-	1000	500	≥ 5	NS	250	NS	200	75	30	5	3000	2000	0,00 025	0,00 25	1

**Cuadro N°7**

**Fuente:** Elaboración propia-2016

**Referencia:** D.S.: 015-2015-MINAM; D.S.: 002-2008-MINAM

**Leyenda**

**N.S:** Sin especificar

**N.D:** No Detectado

## 8. DISCUSIONES

Los resultados están orientados bajo un criterio que alcancen para comprender la calidad del agua del río Momón, con los parámetros establecidos en la Matriz de Consistencia cuyos LMP's, están de acorde con la normativa peruana (D.S.: N° 015-2015-MINAM) y normas internacionales involucradas en la investigación de cuerpos de aguas. De tal forma que el proyecto de investigación propuesto ha determinado los siguientes parámetros, teniendo en cuenta las estaciones propuestas (vaciante, media vaciante y creciente):

- **pH**

ARIMUYA–2015 determinó que en el río Itaya el pH estriba entre 9,50 y 9,75. El proyecto de investigación desarrollado en el río Momón, establece que el pH en época de vaciante alcanza un promedio de 6,44, en media vaciante alcanzó un promedio de 6,17 y el pH promedio determinado en creciente es de 5,83. De tal manera que éstos parámetros encontrados por ARIMUYA–2015 y el proyecto, se hallan fuera de los LMP de la norma peruana, que indica un pH = 6,5 – 9,0 (D.S. 015-2015-MINAM). El primero, resulta un tanto alcalino y el segundo, ligeramente ácido.

- **Temperatura**

La temperatura determinada en el proyecto de investigación alcanza los siguientes valores: en la estación de vaciante tenemos una temperatura promedio de 28 °C, en la estación de media vaciante, alcanza una temperatura promedio de 30 °C, y en la estación de creciente la temperatura promedio es de 31 °C. De tal manera que estos parámetros encontrados por el proyecto, se hallan dentro de los LMP's de la norma peruana, que indica un gradiente no mayor de 3 °C entre estaciones (D.S. 015-2015-MINAM).

- **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto en la investigación realizada por ARIMUYA–2015 es de 6,8 mg/L, en nuestro proyecto de investigación se obtuvieron los siguientes resultados: en época de vaciante, un promedio de 13 mg/L, en la estación de media creciente alcanza un promedio de 16 mg/L y en la estación de creciente un promedio de 18 mg/L. De conformidad con lo dispuesto en el D.S. 015-2015-MINAM, que indica un mínimo ( $\geq 5$ ), el proyecto establece que éste parámetro se halla comprendido en una determinación de mucha aceptación para las especies acuáticas que viven en ella, garantizando su permanencia en el lugar; toda vez, que valores menores a lo dispuesto por el decreto supremo en mención, causarían problemas para la respiración de las especies acuáticas.

- **Transparencia**

En el proyecto de investigación realizado sobre las aguas del río Momón, encontramos transparencias para las 3 estaciones determinadas. Para la estación de vaciante se obtuvieron transparencias entre 26 y 40 cm, en la estación de media vaciante se obtuvieron transparencias entre 20 y 35 cm y en la estación de creciente transparencias entre 19 y 29 cm. Indicando que en esta última estación la transparencia disminuye, debido a que el cuerpo de agua del río Momón, recibe más carga orgánica y sólidos en suspensión.

- **Conductividad**

La medición de éste parámetro en el trabajo de investigación propuesto reportó los siguientes datos: en vaciante tenemos la conductividad entre 14 y 16  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en media vaciante nos reportó entre 16 y 17  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y en creciente, valores entre 17 y 19  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esto indica que el cuerpo de agua del río Momón es poco conductor de electricidad, por la escasa presencia de iones, siendo el LMP en la norma peruana de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (D.S. 015-2015-MINAM).



- **Sólidos Totales Disueltos**

En el proyecto de investigación desarrollado encontramos valores parecidos en las tres estaciones estudiadas. En la estación de vaciante se obtuvo valores entre 8 y 9 mg/L, en media vaciante, valores de 9 mg/L y en creciente 10 mg/L. Siendo el LMP de 500 mg/L según el D.S. 015-2015-MINAM. De tal manera, que los valores obtenidos en este parámetro, para el proyecto de investigación desarrollado, demuestran valores inferiores a lo propuesto por la norma vigente, debido a que el cuerpo de agua del río Momón transporta pocas sustancias disueltas.

- **Dióxido de Carbono**

Trabajos realizados por otros investigadores, reportan valores de dióxido de carbono en los cuerpos de agua analizados: CURI-2015 (16-20 mg/L) y ARIMUYA-2015 (3,5-5 mg/L). Los valores encontrados en el trabajo de investigación propuesto son: en vaciante obtuvimos valores que van de 8 a 10 mg/L, en media vaciante valores entre 10 y 12 mg/L y en creciente 12 mg/L. Si bien la norma peruana ni la OMS proponen valores límites permisibles, podemos indicar que éste parámetro en cantidades grandes reaccionan con el cuerpo de agua para convertirse en ácido carbónico y otras veces en oxígeno, de tal manera, que el ácido carbónico ayuda a aumentar la acidez del cuerpo de agua.

- **Cloruros**

Los cloruros son las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de NaCl.

ARIMUYA-2015 determinó valores de cloruros entre 26,50 y 28,00 mg/L del río Itaya. CURI-2015, indica valores de cloruro del río Momón entre 5,20 y 7,10 mg/L en su trabajo de tesis. En el presente trabajo de

investigación encontramos valores de éste parámetro, que van desde 1,78 a 3,91 mg/L (vaciante), 1,42 a 3,20 mg/L (media creciente) y 1,07 a 2,49 mg/L (creciente). Estos valores indican que todos los parámetros de los ríos estudiados, se encuentran dentro de los LMP (250 mg/L. D.S. 002-2008-MINAM y OMS). Los cloruros registrados en el proyecto indican valores bajos en dicho cuerpo de agua, debido a que el pH es ligeramente ácido.

- **Alcalinidad**

Se puede definir, como una medida de su capacidad para neutralizar ácidos. En las aguas naturales, esta propiedad se debe principalmente a la presencia de ciertas sales de ácidos débiles, también pueden contribuir la presencia de bases débiles y fuertes.

Algunos estudios realizados sobre cuerpos de aguas superficiales, sobre todo de ríos de la Amazonía Peruana, como: FLORES-2016, que indica 21,20 mg/L; mientras tanto ARIMUYA-2015, reporta valores que van desde 25 a 30 mg/L en el río Itaya. Nuestros análisis realizados en el proyecto de investigación indican valores, en vaciante desde 13 a 19 mg/L como  $\text{CaCO}_3$ , en media creciente encontramos valores desde 10 a 16 mg/L como  $\text{CaCO}_3$  y en creciente, valores que van desde 8 a 13 mg/L como  $\text{CaCO}_3$ . La normatividad peruana no indica valores del LMP para éste parámetro; sin embargo, podemos decir que la alcalinidad de un cuerpo de agua está sujeto a la dureza y la conductividad. A mayor dureza, mayor alcalinidad; igual ocurre con la conductividad.

- **Dureza Total, Calcio y Magnesio**

Con previa desinfección estas aguas son aptas para consumo humano, más no, para limpieza. El agua es dura si tiene disueltos iones de minerales como  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  y en menos cantidad  $\text{Fe}^{+2}$  y  $\text{Mn}^{+2}$ .

Existen estudios realizados en ríos de la Amazonía Peruana, donde reportan valores encontrados de este parámetro; así tenemos en la tesis desarrollada por ARIMUYA-2015, reporta valores de 2,5 a 3,5 mg/L;

FLORES-2016, indica un valor de 22,82 mg/L. Nuestro proyecto de investigación encuentra valores establecidos en las tres estaciones determinadas: en vaciante la dureza total varía de 12 a 16 mg/L, en media creciente va desde 13 a 14 mg/L y en creciente de 10 a 11 mg/L; siendo los LMP (200 mg/L), de la norma peruana (D.S. 002-2008-MINAM). La dureza hallada en las estaciones mencionadas, están en concordancia con la alcalinidad y la conductividad del cuerpo de agua estudiado. Asimismo, la dureza de calcio y magnesio reportan valores, que permiten caracterizar a éstas aguas como blandas.

- **Aceites y Grasas**

Los aceites y las grasas, son sustancias de origen vegetal o animal, mezclas de ésteres de la glicerina con los ácidos grasos, es decir triglicéridos.

Investigaciones desarrolladas sobre algunos ríos de la Amazonía muestran valores de A/G, como ARIMUYA-2015 que determina valores entre 1,20 y 2,40 mg/L; así mismo, en el proyecto ZEE-Bella Vista Mazán-2008 determinaron A/G para los ríos Amazonas y Napo de 1,06 y 1mg/L. En el trabajo de investigación desarrollado sobre el río Momón encontramos valores que van desde 0,80 a 1,08 mg/L (vaciente), 0,90 a 1,20 mg/L (media creciente) y 0,89 a 1,30 mg/L (creciente). Siendo el valor LMP de 5 mg/L según DS.: 015-2015-MINAM. De tal manera, ninguno de los parámetros anteriores, incluyendo el nuestro, sobrepasan la norma peruana. Podemos decir que este parámetro en los volúmenes de agua del río Momón son relativamente bajos.

- **Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes**

Los coliformes totales son las *Enterobacteriaceae*, y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37 °C.

Los coliformes fecales son coliformes totales, que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas a temperaturas comprendidas entre 44 y 45 °C, en presencia de sales biliares.

Existen trabajos de investigación, como el de ARIMUYA-2015, que reporta valores de coliformes totales y termotolerantes del río Mazan (<4 UFC/100 mL y <1 UFC/100 mL); FLORES-2016, reporta valores de 4 y 1 UFC/100 mL en vaciante, 5 y 2 UFC/100 mL en creciente y 5 y 2 UFC/100 mL en media creciente. En la investigación realizada en nuestro trabajo encontramos valores de estos parámetros, teniendo en vaciante (totales de 3 a 6 UFC/100 mL, termotolerantes de 1 a 2 UFC/100 mL), en media creciente (totales de 2 a 4 UFC/100 mL, termotolerantes de <1 a 1 UFC/100 mL), en creciente (totales de 1 a 2 UFC/100 mL, termotolerantes <1 UFC/100 mL). Los LMP de los parámetros son de 3000 UFC/100 mL para coliformes totales y 2000 UFC/100 mL para coliformes termotolerantes (DS.: 015-2015-MINAM; DS.: 002-2008-MINAM). De tal forma, estos parámetros determinados en el proyecto de investigación se hallan está dentro de los LMP de la norma peruana.

- **Bario, Cadmio y Plomo**

Los compuestos del bario son tóxicos, especialmente para los organismos acuáticos. Estos compuestos llegan al medio ambiente a través de efluentes industriales. Con una mínima cantidad de 0,1 mg/L de bario, afecta microorganismos y a partir de 1 mg/L inhibe la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

El cadmio se adquiere directamente a través de líquidos, por las cañerías que contienen cadmio en sus soldaduras o por el agua que ha sido contaminada por las fábricas. El cadmio entra al torrente sanguíneo por absorción en el estómago o en los intestinos, luego de la ingesta de comida o agua, o por absorción en los pulmones después de la inhalación.

En la superficie del plomo se forma una pequeña capa de óxido de plomo (PbO), en presencia de oxígeno y agua el plomo metálico se convierte en

hidróxido de plomo  $Pb(OH)_2$ . El agua contaminada con compuestos de plomo, procede de minerales de la industria minera.

En el proyecto de investigación realizado no se reportan valores de los parámetros de metales pesados: bario (Ba), cadmio (Cd) y plomo (Pb); ya que estos metales se presentan en situaciones de mucho tránsito fluvial en el cuerpo de agua, en mayor frecuencia, cuando en la zona de incidencia se presentan compañías de exploración y explotación de hidrocarburos o por contaminación de residuos sólidos peligrosos.

## 9. CONCLUSIONES

Referido a los cuadros N° 4, 5 y 6, se tienen valores promedios de las estaciones de vaciante, media creciente y creciente, que se hallan resumidos en el cuadro N° 7. Del cuadro en referencia solo tomaremos los más relevantes, comparándolos con los LMP de la normativa vigente.

- Se ha determinado que el **pH** promedio de las tres estaciones corresponde a 6,14. La normativa peruana indica que el valor del pH en cuerpos de agua (ríos de la selva) es de 6,5-9,0, según el D.S. N° 015-2015-MINAM). Además, el pH de los ríos que tienen origen amazónico, son ácidos; sin embargo, el valor encontrado es relativamente ácido (Cuadro N° 7).
- La **conductividad eléctrica** se orienta a valores referidos al tipo de agua estudiado; el río Momón al ser de origen amazónico, indica que dicho cuerpo de agua presenta escasa presencia de iones en suspensión. El LMP en la norma peruana es de 1000  $\mu\text{S/cm}$  (D.S. 015-2015-MINAM).
- El valor promedio del **oxígeno disuelto** en el río Momón es de 16 mg/L, de tal manera que favorece la presencia de las especies acuáticas, flora y fauna. La normatividad peruana indica un valor límite mayor o igual de 5 mg/L, de acuerdo al D.S. 015-2015-MINAM.
- La presencia de **dióxido de carbono**, a pesar de ser un parámetro no indicado por la norma peruana, es de trascendental importancia, toda vez que un cuerpo de agua con elevado contenido de éste aumenta la acidez haciendo que se produzca ácido carbónico. El valor encontrado en el río Momón es de 10,5 mg/L, existiendo una relación directa con el pH apenas ácido.
- El ion **cloruro** es indicador de la presencia iónica de un cuerpo de agua, de tal forma que el ion cloruro encontrado en el río Momón es 2,25 mg/L- Lo que significa que dicho cuerpo de agua transporta pocos compuestos

iónicos, coincidiendo en todo caso con lo indicado en el pH. El LMP de la norma peruana es 250 mg/L, expresado en el D.S. 015-2015-MINAM.

- La **alcalinidad** encontrada en el río Momón tiene un promedio de 14 mg/L. Comparado con la conductividad eléctrica, presenta valores similares. La alcalinidad expresa el aumento de la basicidad con respecto a los iones hidroxilos, carbonatos, etc. Este indicador paramétrico no está determinado en el LMP de la legislación peruana (DS.: N° 015-2015 MINAM), tampoco en la OMS.
- Sin embargo, la **dureza total** (13 mg/L), **dureza de calcio** (4 mg/L) y **dureza de magnesio** (8 mg/L), presentan valores promedios bajos por la ausencia de estos iones, haciendo que los productos jabonosos sean representativos. Lo que indica que frente a los LMP establecidos por la legislación peruana, se encuentran dentro de estos límites.
- El promedio obtenido de **aceites y grasas** es 0,98 mg/L, indicando la normativa peruana un máximo de 5 mg/L. Este resultado indica que el área de estudio del proyecto existe poco tránsito fluvial, además, de no contar con la presencia de compañías dedicadas a la explotación y exploración de hidrocarburos.
- Los **coliformes totales** expresan un valor en promedio de 3 UFC/100 mL y los **coliformes termotolerantes** no fueron detectados. Estas bacterias se hallan en proporciones pequeñas en el río Momón. Sin embargo, a pesar de su bajo contenido de coliformes totales, el agua no es propio para el consumo humano. Para ello, debe tratarse con sustancias químicas o en todo caso hervirlo.
- Se consideraron ciertos metales pesados, como el **cadmio**, **bario** y **plomo**, debido a que son los más característicos que se pueden encontrar en los cuerpos de agua y que dependen del tipo de actividad que en el área de referencia se desarrollen. De tal forma que se han analizado los metales referentes, y no se encontraron contaminación por los mismos.

## **10. RECOMENDACIONES.**

- Teniendo en cuenta las características naturales de las aguas del río Momón, podemos recomendar que no está en condiciones para consumo humano; debiendo para ello, someterla a un proceso de filtración y cloración.
- Respecto al oxígeno disuelto, encontramos que el río Momón presenta un promedio de 16 mg/L, lo que indica el favorecimiento de la vida acuática de las especies que en ella habitan. Por ello, es que debemos conservarla en el tiempo, no contaminándola; siendo necesario realizar campañas de educación ambiental en los colegios (inicial, primaria y secundaria); así mismo, a la población que está inmersa en el área, con campañas de concientización de recojo de residuos sólidos y líquidos contaminantes.
- Referente a la dureza que presenta el cuerpo de agua del río Momón, por su escasa presencia, hace que estas aguas sean asequibles a los compuestos jabonosos, facilitando de ésta manera la limpieza personal y el uso general de las mismas. Por lo que se hace necesario cuidar que no se contamine con sustancias que conlleven la formación de compuestos carbonatados, nitratos y sulfatos. Este cuidado debe realizarse en las comunidades que habitan a lo largo del río.
- A pesar del poco contenido de coliformes totales y termotolerantes encontrados en las aguas del río Momón, recomendamos no usar directamente éste líquido, puesto que para el consumo humano no debe presentar unidades formadoras de colonias. Es preciso entonces, tratarlo con sustancias químicas o en todo caso hervirlo.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBA-TERCEDOR J., SÁNCHEZ-ORTEGA A. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell. 1978
2. ARAGÓN C. Transparencia y colores de las aguas. [Boletín especial del Día Mundial]. 2014
3. ARIMUYA S., RUCOBA H. Evaluación de impactos ambientales para la electrificación–sector orillar de Belén–río Itaya, usando la matriz de Leopold–Iquitos. 2015
4. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial. 2011
5. BURGA F.L. Evaluación de la contaminación por hidrocarburos y metales pesados en los cuerpos de agua circundantes a la ciudad de Iquitos, Loreto, Perú. 2005
6. CABRERA. Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: propuesta de recuperación. 2002
7. CARDONA A.J. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles. 2013
8. CARRATO. Propuesta de un programa de educación ambiental para la conservación del agua y recolección de residuos sólidos, aplicable a las comunidades. 2007
9. CARRILLO E, LOZANO A. Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult. 2008
10. CASTILLO. La contaminación del agua de los ríos por los ingenios azucareros y su impacto en el medio ambiente, durante el tiempo de zafra o producción de azúcar en el Municipio de Escuintla Departamento de Escuintla. 2006.
11. CHIROLES S, GONZÁLEZ M., TORRES T, VALDÉS M, DOMÍNGUEZ I. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas del río Almendares (Cuba). 2007

12. CURI M., PIÑA R. Evaluar los factores hidrológicos, hidrográficos y climatológicos, para un balance hídrico, en la cuenca del río Momón–Loreto. 2015
13. DE LA OSSA. Evaluación del vertido de aguas residuales urbanas sobre hábitats de fondos blandos. 2011
14. FAUSTINO J. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Criterios para la clasificación de los problemas y soluciones en la conservación de suelos y aguas. Turrialba, CR. 1986
15. FORO PERUANO PARA EL AGUA. Diagnóstico y Marco Estratégico para la Gestión Integrada de la cuenca del río Nanay, Loreto. 2009
16. LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611.
17. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, EN AGUAS TERRITORIALES. DS: N° 002–2006–MINAM
18. LLERENA C. A. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. 2003
19. MARENGO J. Características generales del clima en la Amazonía. 2001
20. MARTÍNEZ. El nitrógeno en las aguas subterráneas de la comunidad de Madrid: descripción de los procesos de contaminación y desarrollo de herramientas para la designación de zonas vulnerables. 2009
21. NARVÁEZ S., GÓMEZ M., ACOSTA J. Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones costeras y palafíticas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. 2008
22. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL. Actividades de Evaluación Ambiental 2013
23. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. [Guías para la calidad del agua potable], Primer Apéndice a la Tercera Edición, V.1. 2006
24. PASTOR R. Caracterización de hidrocarburos en las aguas de los ríos Marañón, Tigre, Corrientes (Lote 8) y Amazonas alrededor de la ciudad de Iquitos, para determinar su línea base. 2005
25. PRAT N. Criterios de evaluación de la calidad del agua en lagos y embalses basados en los macroinvertebrados bentónicos. 1998

26. REIS. Análisis al reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos. 2011
27. RIGOLA M. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. 1989
28. ROJAS. Estudio de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previo a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México. 2011
29. ROSSARO B., BOGERO V., LENCIONI L., MARZIALI A. Tools for the development of a benthic quality index for Italian lakes. 2006
30. RUÍZ V. Cuantificación de parámetros físico químicos y bacteriológicos del río Corrientes, tramo Trompeteros–Capirona, para determinar su contaminación, Loreto, Perú. 2004
31. SÁENZ C. Propuesta de manejo ambiental para recuperar la cuenca de Morona, debido a la contaminación por actividades de hidrocarburos, Loreto, Perú. 2008
32. SIOLI H. Principal biotopes of primary production in the waters of amazonia. Proc. Symp. Recent Adv. Trop. Ecol. 1968
33. THERMO FISCHER SCIENTIFIC INC. Thermo Scientific Orion Star™ and Star Plus Meter User Guide. 2010
34. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA BELLAVISTA–MAZÁN. 2008

#### **REFERENCIAS WEB**

1. Academia.edu, El proceso de investigación en etapas y planificación de la investigación en comunicación. [Sede Web]. Disponible en: [http://www.academia.edu/2443422/EL\\_PROCESO\\_DE\\_INVESTIGACION%20EN\\_ETAPAS\\_Y\\_PLANIFICACION\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_EN\\_COMUNICACION](http://www.academia.edu/2443422/EL_PROCESO_DE_INVESTIGACION%20EN_ETAPAS_Y_PLANIFICACION_DE_LA_INVESTIGACION_EN_COMUNICACION)
2. Finca.eu, Documentos [Sede web]. Disponible en: <http://www.fnca.eu/images/documentos/DOCUMENTOS/Jos%20R.Arag%20n.pdf>

3. Inspiration.org, Cambio Climático [Sede Web]. Disponible en:  
<https://www.inspiration.org/cambio-climatico/contaminacion>
4. Semarnat.gob.mx, Gestión Ambiental [Sede Web]. Disponible en:  
<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/materiales-y-actividades-riesgosas>
5. Siaguaamazonia.org.pe, Características Recursos Hídricos [Sede Web].  
Disponible en:  
[http://www.siaguaamazonia.org.pe/caracteristicas\\_hidricos.html](http://www.siaguaamazonia.org.pe/caracteristicas_hidricos.html)
6. Smo.edu.mx, Proyecto de Investigación. [Sede Web]. Disponible en:  
<http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/proyecto-investigacion.pdf>
7. Tecnun.es, Ecología [Sede Web]. Disponible en:  
<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/13Residu/100Resid.htm>
8. Usal.es, FiltraMenbColiT [Sede Web]. Disponible en:  
[http://virus.usal.es/Web/demo\\_fundacua/demo2/FiltraMembColiT\\_auto.html](http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html)
9. Who.int, Water sanitation health. [Sede Web]. Disponible en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowsres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf)

## **ANEXOS**

## A.1. PANEL FOTOGRÁFICO

### Estaciones de Monitoreo en el Río Momón



Vaciante



Media vaciante



Creciente

## Análisis In Situ



Punto de muestreo N° 2



Toma de la muestra



Preparación para los análisis



Análisis de CO<sub>2</sub>

## Laboratorio de Análisis Químicos Industriales



Muestras de agua



Prueba de alcalinidad



Prueba de dureza



Prueba de cloruros



Análisis en el Laboratorio de Ciencias Naturales



Kit de oxígeno disuelto



Prueba de oxígeno disuelto



Kit de CO<sub>2</sub>

## A.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	INFORMANTES
¿En qué medida, podemos estudiar y caracterizar las aguas del río Momón?	<p><b>Objetivo general</b> Estudiar y determinar física, química y bacteriológicamente las aguas del río Momón-Punchana”.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar parámetros físicos y químicos, <i>in situ</i></li> <li>• Caracterizar y determinar los cuerpos de agua del río Momón.</li> <li>• Analizar, parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en laboratorio</li> <li>• Describir el sistema hidrológico e hidrográfico del cuerpo de agua del río Momón.</li> <li>• Analizar y comparar los resultados de los parámetros de los cuerpos de agua del río Momón.</li> </ul>	¿Es posible descontaminar al 100% las aguas del río Momón?	Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.	<p><b>Determinación de la calidad del agua</b></p> <p><b>Puntos de muestreo</b></p> <p><b>LMP</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Caudal</li> <li>- Transparencia</li> <li>- Temperatura</li> <li>- Conductividad</li> <li>- Sólidos totales disueltos</li> <li>- Cloruros</li> <li>- Dureza total, Calcio y Magnesio</li> <li>- Coliformes totales y termotolerantes</li> <li>- Aceites y Grasas.</li> <li>- Oxígeno Disuelto</li> <li>- CO<sub>2</sub></li> <li>- Sulfatos y Sulfitos</li> <li>- Alcalinidad Total</li> <li>- Plomo,</li> <li>- Bario</li> <li>- Cadmio</li> </ul> <p>Punto 1: Boca río Momón Punto 2: Fundo Garden Punto 3: CC-NN Quichua Alamas</p> <p><b>Norma peruana:</b> DS. N° 002-2008-MINAM RM N° 141-2011-MINAM (Ratificación de lineamiento para la aplicación de LMP), Ley General del Ambiente - Ley N° 28611.</p> <p><b>Norma internacional:</b> Organización Mundial de la Salud (OMS), 1995.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tesista</li> <li>- Internet</li> <li>- Biblioteca especializada</li> <li>- Laboratorios FIQ-UNAP.</li> </ul>

**Cuadro N° 8**

**Fuente:** Elaboración propia-2016