



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LOS  
RÍOS HUALLAGA, PARANAPURA Y SHANUSI EN EL  
ÁMBITO CORRESPONDIENTE A LA CIUDAD DE  
YURIMAGUAS. LORETO**

**2009**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor**

**BACH. JACKIE ARMAS NAPUCHI**

**Asesor**

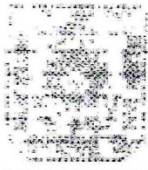
**DR. JORGE TORRES DELGADO**

**Nº de Registro: 06050310**

**MOYOBAMBA – PERU**

**2010**

**Moyobamba, 26 de Noviembre 2010**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 FACULTAD DE ECOLOGÍA  
 Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental

ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL




En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, sede Moyobamba y siendo las Siete de la noche del viernes 26 de Noviembre del Dos Mil Diez, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

- Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA PRESIDENTE  
 Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA SECRETARIO  
 Bigo. Dr. JORGE TORRES DELGADO ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado "CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS RÍOS HUALLAGA, PARANAPURA Y SHANUSI EN EL ÁMBITO CORRESPONDIENTE A LA CIUDAD DE YURIMAGUAS, LORETO - PERÚ 2009", presentado por la Bachiller en Ingeniería Ambiental JACKIE ARMAS NAPUCHI; según RESOLUCIÓN Nº 0012-2010-UNSM-TICOFE-MOY de fecha 24 de Marzo del 2010.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de MUY BUENO y nota Dieciséis (16).

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 21:25 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

  
 Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA, Presidente  
  
 Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA Secretario  
  
 Bigo. Dr. JORGE TORRES DELGADO Asesor

## DEDICATORIA

A dios que guía mi caminar.

A mis padres Herlita Napuchi Pinedo y Rusber Armas Gonzales por confiar en mí, por su apoyo constante e incondicional, moral y económico en mi vida personal y durante mi formación profesional.

A mis adoradas hermanas Herly y Natali, por confiar en mí, por su apoyo constante e incondicional en mi vida personal y profesional y, por ser fuente principal de motivación para seguir adelante.

A la persona del Blgo. Werther Fernando Fernández quien me abrió las puertas de la institución el cual preside y me brindo todo el apoyo económico y moral para que este estudio fuera posible.

A todas las personas que hasta el día de hoy me han brindado su apoyo, en especial a Marina Cachay Condori, Alex Amasifuen Pérez, Cecibel Castillo Cartagena y Jorge Luis Segundo Ocmin Pinedo.

Jackie Armas Napuchi.

## AGRADECIMIENTO

- A Dios que siempre me ha brindado su amistad incondicional y que hasta ahora me guía, me protege y me impulsa a seguir adelante.
- A la Dirección de Salud Ambiental, como institución, cuya dirección recae en la persona del Blgo. Werther Fernando Fernández, por brindarme el apoyo económico y todas las facilidades para el desarrollo de la presente investigación.
- A mi asesor Dr. Jorge Torres Delgado, por el apoyo profesional durante la elaboración de la tesis.
- A mi co-asesor, ing. Amb, Jorge Luis Segundo Ocmin pinedo, jefe de la Unidad de Ecología y Protección del Medio Ambiente de la Dirección de Salud Ambiental de Yurimaguas, por su valioso apoyo en la ejecución del proyecto.
- A los profesionales que laboran en la oficina de la Dirección de Salud Ambiental, muy en especial al Ing. Quim. Miller Gonzales Saldaña y Marco Antonio Pinedo Mejía, por el apoyo incondicional en los trabajos de campo.
- A la Blgo. Rosa Aleida Guevara Vásquez, Jefe del Laboratorio de Control Ambiental, y la Técnica en Enfermería Cherli Karina Altamirano Amasifuen, por el apoyo incondicional brindado en el análisis microbiológico de las muestras de agua.
- A la universidad nacional de San Martín-T-Facultad de Ecología, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional que hoy me sirven para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera profesional.
- A los académicos de la universidad nacional de San Martín-T, quienes me orientaron para lograr mis objetivos.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Indice.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 objetivo general.....	2
1.2.2 objetivos específicos.....	2
1.3 Fundamentación teórica.....	3
1.3.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.3.2 Bases teóricas.....	6
• Norma Ecuatoriana.....	6
• Ley de Recursos Hídricos N° 29338.....	9
• Resolución Jefatural N°291-2009-ANA.....	12
• Decreto Supremo N°002-2008-MINAM.....	14
• Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales. Digesa 2007.....	18
1.3.3 Definición de términos.....	28
1.4 Variables.....	30
1.5 Hipótesis.....	30
<b>CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>31</b>
2.1 Tipo de investigación.....	31
2.2 Diseño de investigación.....	31
2.3 Población y muestra.....	32
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
2.4.1 Determinación del ámbito de influencia de la investigación.....	32
2.4.2 Duración del estudio y frecuencia de muestreo.....	33
2.4.3 Parámetros a evaluar.....	35
2.4.4 Estaciones de muestreo.....	35
2.4.5 Técnicas para la toma de muestras de agua superficial y residual.....	37

2.4.5.1	Toma de muestras y análisis físico.....	38
2.4.5.2	Toma de muestras de parámetros químicos.....	38
2.4.5.3	Toma de muestras de parámetros biológicos.....	40
2.4.6	Métodos para determinar Coliformes totales, fecales y E Coli.....	41
2.4.7	Métodos para determinar metales.....	48
2.4.8	Métodos para determinar el caudal de descarga.....	48
2.5	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	48
<b>CAPITULO III: RESULTADOS.....</b>		<b>58</b>
2.6	Resultados.....	50
➤	Del objetivo general y del primer objetivo específico.....	51
•	De la caracterización física, química y biológica del agua de los ríos, por época lluviosa y época seca.....	51
•	De la variación de los valores de los parámetros evaluados en todos los muestreos, en época lluviosa y época seca.....	71
•	De las diferencias significativas existentes entre los valores de cada parámetro por estación de muestreo, época y estación-época.....	73
•	De la correlación existente entre los parámetros, por estación y épocas....	76
➤	Del segundo objetivo específico.....	77
•	Del caudal de descarga de los colectores Zamora y Atún quebrada.....	82
•	Longitud de las principales quebradas.....	84
➤	Del tercer objetivo específico.....	85
•	De la determinación espacial.....	86
3.1	Discusiones.....	88
3.2	Conclusiones.....	95
3.3	Recomendaciones.....	96

**Referencias bibliográficas.**

## ANEXOS

**Anexo A-01:** Ubicación general del área de estudio

**Anexo A-02:** Ubicación de las estaciones de muestreo

**Anexo N°1:** Mapas.

**Anexo N°2:** Imágenes de Google Heart

**Imagen N°1:** Vista general de la ciudad de Yurimaguas y de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi.

**Imagen N°2:** Vista general de la ciudad de Yurimaguas y de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi.

**Anexo N°3:** Metodología de medición de caudales.

**Figura N°1:** Diseños y fórmula para el cálculo de áreas para determinar el caudal de descarga.

**Figura N°2:** Diseño de medición de caudales.

**Anexo N°4:** Fotos fase de campo.

**Foto N°01:** Georeferenciación de la ruta del colector Shanusi .2009

**Foto N°02:** Residuos sólidos arrojados al colector Shanusi.2009

**Foto N°03:** Atun quebrada a su paso por la Calle Daniel Alcides Carrión C-10. Época Seca-2009

**Foto N°04:** Pescadores tarrafiando en la desembocadura de un colector, en el río Huallaga.2009

**Foto N°05:** Georeferenciando los puntos de monitoreo en el río Huallaga.2009

**Foto N°06:** Trabajadores de Salud Ambiental, registrando valores de parámetros físicos, químicos del agua. Ing. Miller (izquierda) y Técnico Marco Mejía (derecha)

**Foto N°07:** Técnico Marco Mejía junto al Multiparametro

**Foto N°08:** Turbidímetro HANNA

**Foto N°09:** Toma de muestras microbiológicas en el río Shanusi, estación N°2.2009

**Foto N°10:** Preservación de muestras con ácido nítrico ( $HNO_3$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para análisis de TPH y aceites y grasas.

**Foto N°11:** Toma de muestras para análisis de metales pesados en la estación de monitoreo N°2 (río Shanusi) en época lluviosa.2009



**Foto N°12:** Rotulado de tubos de ensayo y frascos de agua tamponada-  
Laboratorio de Control Ambiental.2009

**Anexo N°5: Formatos de muestreo.**

**Formato N°1:** Ficha de identificación de muestras

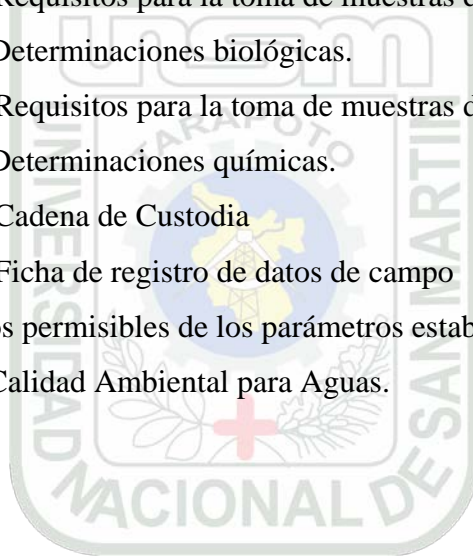
**Formato N°2:** Requisitos para la toma de muestras de aguas y su  
manipulación. Determinaciones biológicas.

**Formato N°3:** Requisitos para la toma de muestras de aguas y su  
manipulación. Determinaciones químicas.

**Formato N°4:** Cadena de Custodia

**Formato N°5:** Ficha de registro de datos de campo

**Anexo N°6:** Límites máximos permisibles de los parámetros establecidos en los Estándares  
Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas.



## RESUMEN

En este trabajo se analizaron las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, así como sus variaciones y relación durante los meses de lluvias y de sequías. Además se analizaron las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, así como sus variaciones y relaciones y; por último se determinó la distribución espacial de la variación de las concentraciones, por estaciones y épocas, de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi.

Se realizó 5 monitoreos de aguas superficiales en un periodo de seis (6) meses comprendidos entre los meses de marzo-agosto 2009 y, cuatro (4) monitoreos de aguas de los cuatro (4) principales colectores de la ciudad (Atun quebrada, Quebrada Zamora, Quebrada Aguamiro y Quedada. Michuyacu), en el mes de diciembre 2009. El agua de los ríos fueron muestreados sobre la base de 20 parámetros: (pH, temperatura, turbiedad, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos totales disueltos, Arsénico, cobre, Cadmio, Cromo, Fierro, Manganeso, Mercurio, Plomo, Zinc, Aceites y Grasas, TPH, Coliformes fecales, Coliformes totales y *E. Coli*). Los valores obtenidos en laboratorio se compararon con los Estándares Calidad Ambiental para Aguas (ECAS) aprobado por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y, según la clasificación a la que pertenece cada río según la Resolución Jefatural N° 0291-ANA-2009., y se le aplicó el análisis de varianza y el análisis de correlación. La distribución espacial de la variación de las concentraciones, por estaciones y épocas, se realizó sobre la base de 6 parámetros: Temperatura, pH, turbidez, manganeso, fierro y coliformes fecales, mismos que presentaron valores muy variables por estación y época.

Se obtuvo como resultado lo que se detalla a continuación:

De la caracterización física, química y biológica del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi se tiene que la turbidez promedio del río Paranapura en época seca supera el valor límite (100 UNT) establecido en los ECAS para la Categoría I, Sub categoría A2, con un valor de 434 UNT y 463.33 UNT, en las estaciones 17 y 18, respectivamente; mientras que, en época lluviosa la concentración promedio de Fierro registrado en el río Huallaga, Paranapura y Shanusi fue de 2.4 mg/L, 2,4 mg/L y 2.613 mg/L y, en época seca fue de 3.14 mg/L, 20.59 mg/L y 6.34 mg/L, superando el valor límite (0.3 mg/l) establecido en la

Norma Ecuatoriana para el caso del río Shanusi y Huallaga y, los ECAS para el caso del río Parapapura. Por otro lado, la concentración promedio de Manganeseo registrado en el río Huallaga y en época lluviosa fue de 0.217 mg/L superando el valor límite establecido en la Norma Ecuatoriana (0.1 mg/L) y de 0.269 mg/L, 0.434 mg/L y 4.876 mg/L , en época seca y para los ríos Shanusi, Huallaga y Parapapura, respectivamente; superando los límites permisibles establecidos en la Norma Ecuatoriana para el caso de los dos primeros ríos mencionado y los ECAS para el río Parapapura, cuyo valor límite es 0.4 mg/L. El Cobre (Cu) supera el valor límite establecido en los ECAS con un valor de 0.021 mg/L y 0.022 mg/L en las estaciones 5 y 16, respectivamente. La concentración de Coliformes fecales que sobrepasan los límites permisibles establecidos (4,000 NMP/100mL) establecidos en la Resolución Jefatural, tanto en época lluviosa y seca fueron: 3, 4, 10, 12, 16,17 y 18; con valores de 5432.5 y 8165,47025 y 81400, 10475 y 12866.67, 10800 y 13966.67, 5766.67 y 7550, 12400 y 18050, 4943.33 y 5665, respectivamente.

De la caracterización física química y biológica del agua de los principales colectores se obtuvo que el Oxígeno Disuelto (**OD**)- Atun Quebrada (0.5 ppm), Qda. Aguamiro (0.52 ppm), Qda. Zamora (0.67 ppm) y Qda. Mishuyacu (2.99 ppm)-; la Turbidez (**NTU**)- Atun Quebrada (137.72 UNT), Qda. Aguamiro (112.5 UNT)-; Cadmio (**Cd**)- Mishuyacu (0.13mg/L)-; Hidrocarburos Totales de Petróleo (**TPH**)- Atun quebrada (0.237 mg/L) y Zamomora (0.57 mg/L)-; Manganeseo (**Mn**)-Atun quebrada (0.44mg/L), Zamora (0.14 mg/L)y Mishuyacu (0.31 mg/L); Plomo (**Pb**)- Zamora (0.031 mg/L) y Mishuyacu (0.037mg/); Aceites y Grasas (**A y G**)-en las 4 estaciones (2.87mg/L, 5.2 mg/L, 15.53 mg/L, 2.47 mg/L)-; Hierro (**Fe**)- en todas las estaciones (7.10 mg/L, 2.16 mg/L, 2.28 mg/L, 9.98 mg/L)-; Coliformes Fecales - en todas las estaciones ( $1.17 \times 10^8$  NMP/100ml,  $4.2 \times 10^8$  NMP/100ml,  $8.28 \times 10^7$  NMP/100ml y  $8.4 \times 10^7$  NMP/100ml)-; Coliformes Totales – en todas las estaciones ( $3.35 \times 10^7$  NMP/100ml,  $4.02 \times 10^8$  NMP/100ml,  $4.7 \times 10^7$  NMP/100ml y  $1.14 \times 10^7$  NMP/100ml)y; por último, *E. Coli.*- en el Atun quebrada y Aguamiro ( $2.06 \times 10^7$  NMP/100ml y  $4.02 \times 10^8$  NMP/100ml), superaron los límites máximos permisibles.

## **CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

---

### **1.1 Planteamiento del problema.**

La población urbana y rural asentada a lo largo de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi de la jurisdicción del distrito de Yurimaguas, utilizan estos recursos hídricos como fuente principal de abastecimiento y aprovisionamiento de agua y alimentos (peces) y paradójicamente como sitio o lugar de disposición final de residuos sólidos y líquidos.

Por ello, conocer las características físicas, químicas y biológicas de estos recursos como principales fuentes de abastecimiento y aprovisionamiento de agua para consumo humano y uso doméstico respectivamente, clasificados según la Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA como aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y de conservación del ambiente acuático, como son: los ríos Paranapura y, Shanusi y Huallaga, respectivamente; en el marco de Programa Nacional de Vigilancia de los Recursos Hídricos de la DIGESA; cobra vital importancia para prevenir riegos, daños y conservar la salud de las personas, animales mayores y de la biodiversidad existente en estos medios. Más aún si dichas fuentes son a su vez cuerpos receptores de aguas residuales, generadas en la ciudad de Yurimaguas como producto de las actividades antropogénicas, que son vertidos sin ningún método de tratamiento previo. Cabe resaltar que, solo el 78% de la población citadina (58, 627 habitantes, (INEI, Censo 2007)) se sirve de agua potable y el 22% restante lo hace a través de pozos, que muchas veces se presentan en malas condiciones por falta de criterios técnicos respecto a su ubicación y cuidados, así como también se abastecen del líquido elemento (agua) directamente de los ríos. (EPS-Sedaloreto S.A- Yurimaguas, 2007). En contraste a lo arriba señalado, tenemos que el 100% del agua residual generada en la ciudad de Yurimaguas son vertidos a los ríos y que además el 26.95% de la población cuenta con el servicio de desagüe y el 20.72% evacua dichas aguas a través de los principales colectores (Atun quebrada, Qda. Aguamiro, Qda. Zamora, Qda. Mishuyacu, Qda. Suniyacu) (EPS-Sedaloreto S.A-Yurimaguas, 2007), que recorren grandes tramos al interior de la ciudad, emanando olores fétidos, contaminando el suelo y alterando el habitat de organismos propios del medio acuático superficial, y podrían estar sobrepasando los LMP en

algunos parámetros físicos, químicos y biológicos; con respecto a su clasificación determinada por la Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA.

Frente a este problema, nace la necesidad de realizar el presente estudio que generará información precisa y confiable que sirva de base para la toma de decisiones asertivas que generaran propuestas de mejora coherente y concordante con la realidad de la zona.

¿Cuáles son las características físicas, químicas y biológicas del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondientes a la ciudad de Yurimaguas, Perú 2009?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Caracterizar física, química y biológica el agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondientes a la ciudad de Yurimaguas, Perú 2009.

### **1.2.2 Objetivos específicos.**

1.2.2.1 Analizar las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, así como sus variaciones y correlaciones durante los meses de estudio.

1.2.2.2 Analizar las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas.

1.2.2.3 Determinar la distribución espacial de la variación de las concentraciones, por estaciones, de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi.

## 1.3 Fundamentación teórica

### 1.3.1 Antecedentes de la investigación.

*OFICINA DEL MEDIO AMBIENTE Y CONTRADROGAS*,(1999), sobre la calidad del agua en los valles Huallaga Central y Bajo Mayo, para conocer las posibilidades y limitaciones de este recurso natural para su uso en la actividad agrícola y poblacional; la calidad del agua se determinó sobre la base de 16 parámetros: conductividad eléctrica, pH, color, turbidez, sólidos totales disueltos, alcalinidad, dureza, cloruros, sulfatos, cadmio, cobre, cromo, fierro, manganeso, plomo y zinc; llegando a la conclusión de que dichas aguas son de buena calidad, sin embargo muestran un predominio de salinidad moderada, concentraciones de Hierro (Fe) que sobrepasan los límites máximos permisibles (LMP) y disminución de la concentración de Coliformes fecales.

Un estudio realizado en el año 2000 en el río Mayo, llegó a la conclusión de que la concentración de coliformes se encontraba por debajo de los límites máximos permisibles, así mismo con el mismo estudio se llegó a la conclusión de que las aguas del río Mayo se encontraban moderadamente contaminadas (*Valverde, 2000*).

Según *Vergara, (2002)*, refiere que los índices de calidad del agua, en la Subcuenca Alto Mayo, Región San Martín. El índice de calidad se determinó sobre la base de 8 parámetros (DBO<sub>5</sub>, Coliformes fecales, Oxígeno Disuelto, fosfatos, nitratos, temperatura, turbidez y pH); llegando a la conclusión de que el parámetro de coliformes fecales, se encuentra por debajo del límite permisible en todas las estaciones monitoreadas.

*MINISTERIO DE SALUD (2004)*, a través de la Dirección Regional de Salud Cajamarca, realizó la vigilancia de recursos hídricos a través de monitoreo de aguas superficiales en la subcuenca del río Llaucano, Cuenca del río Jequetepeque, subcuenca del río Mashon, Subcuenca del río San Miguelino y Subcuenca del río Chonta entre los años 2001-2003, encontrándose que los

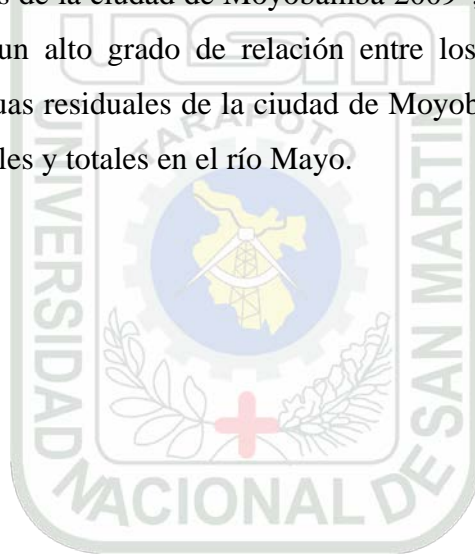
valores de los parámetros plomo, cobre y hierro son los que presentan mayor variabilidad por estación y tiempo y, en gran parte de los casos sobrepasan los LMP; los parámetros cobre y hierro son los que tienen menor variabilidad por estación y tiempo, lo contrario ocurre con la carga bacteriana, donde los niveles son preocupantes; los valores de los parámetros cobre y plomo son los que tienen mayor variabilidad por estación y tiempo; los valores de los parámetros plomo y cobre son los que presentan mayor variabilidad por Estación y tiempo, esta variación en varias estaciones sobrepasan los LMP. Los parámetros de Coliformes fecales presentan valores sobre los LMP en las partes bajas del río; respectivamente.

*DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (2006)*, en su “Informe del Comité Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental de la Quebrada Huaycoloro”, Informe N° 312 - 2006/DEEPA-APRHI/DIGESA. Indicó que para este trabajo se identificó, y caracterizó los vertimientos de aguas residuales industriales y cursos de agua que son descargados a la quebrada y, evaluó la calidad del agua de la quebrada Huaycoloro mediante análisis de muestra de agua. La evaluación demostró que, a lo largo del recorrido de la quebrada, los niveles de contaminación se incrementan debido fundamentalmente a los aportes industriales y domésticos, haciendo que este cuerpo de agua presente concentraciones muy por sobre los valores límites especificado por la Ley General de Aguas para el caso de; Aceites y Grasas, OD, DBO<sub>5</sub> así como la contaminación bacteriana (coliformes totales y termotolerantes). Además de ello se encontró que son altos los aportes de DBO<sub>5</sub>, contaminación bacteriana, aceites y grasas, de los vertimientos que se descargan en la quebrada. En cuanto a los parámetros inorgánicos en la quebrada Huaycoloro; se observa la presencia de plomo el mismo que persiste desde sus inicios, en tanto la carga de cromo que vierte curtiembre Mantaro, impacta sobre el curso de agua de la quebrada.

*Díaz Varga Migdalia et. Al (2005)*, respecto a la “Caracterización de Algunos Parámetros Físico Químicos del Agua y Sedimento del Lago Zempoala, Morelos, México” concluyó que, los parámetros físicos y químicos del agua no presentaron diferencias significativas, sin embargo, se observaron claras particularidades entre la zona litoral y fondo, sobre todo en la temperatura del

agua, pH, oxígeno disuelto y bióxido de carbono, relacionado principalmente con las condiciones de cada zona.

*Tananta, (2009)*, Realizó la “Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba 2009”, llegando a la conclusión de que existe un alto grado de relación entre los elevados volúmenes de descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba y el incremento de coliformes fecales y totales en el río Mayo.





### 1.3.2 Bases teóricas.

En base a la vinculación entre calidad de aguas y sus usos, se establecen estándares y criterios de calidad específicos que definen los requisitos que ha de reunir determinada fuente de agua para un fin concreto, requisitos que generalmente, vienen expresados como rangos cuantitativos de determinadas características fisicoquímicas y biológicas. Una vez establecidos estos criterios de calidad en función del uso, se promulgan leyes y se desarrollan programas orientados a garantizar el cumplimiento de dichos criterios.

- **Norma Ecuatoriana: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Agua.**

**CLASIFICACION:** Criterios de calidad por usos.

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad para aguas subterráneas.
4. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
5. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
6. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
7. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
8. Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
9. Criterios de calidad para aguas de uso industrial

#### **DESARROLLO**

Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas y de estuarios.

La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:

- a) Consumo humano y uso doméstico.

- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia.

#### **Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.**

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 1).

**Tabla N° 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	no menor a 6mg/l
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		06-sep
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural ± 0 – 3 °c
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0

*Fuente: Norma Ecuatoriana. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Agua.*

**Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.**

- Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.
- Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver tabla 2):

**Tabla 2. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.**

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
			Agua cálida dulce
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 60% y no menor a 5
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9
Arsénico	As	mg/l	0,05
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Zinc	Zn	mg/l	0,18
Plomo	Pb	mg/l	
Cobre	Cu	mg/l	0,02
Cromo total	Cr	mg/l	0,05
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,1
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3, Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200

*Fuente: Norma Ecuatoriana. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Agua.*

➤ **Ley de Recursos Hídricos N° 29338**

**TÍTULO PRELIMINAR**

**Artículo I. Contenido.**

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

**Artículo II. Finalidad.**

La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

**Artículo III. Principios.**

Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

**1. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua.**

El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

**2. Principio de prioridad en el acceso al agua.**

El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.

**3. Principio de participación de la población y cultura del agua.**

El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso. Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua. Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración.

**4. Principio de seguridad jurídica.**

El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.

**5. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas.**

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

**6. Principio de sostenibilidad.**

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran. El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

**7. Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única.**

Para una efectiva gestión pública del agua, la conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada. La gestión pública del agua comprende también la de sus bienes asociados, naturales o artificiales.

**8. Principio precautorio.**

La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción.

**9. Principio de eficiencia.**

La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el

desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores.

**10. Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica.**

El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. El agua constituye parte de los ecosistemas y es renovable a través de los procesos del ciclo hidrológico.

**11. Principio de tutela jurídica.**

El Estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales y en el estado en que se encuentre: líquido, sólido o gaseoso, y en cualquier etapa del ciclo hidrológico.

- **Resolución Jefatural N° 0291- 2009- ANA. Disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reuso de aguas residuales tratadas.**

**Artículo 4. Disposiciones sobre clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a su calidad.**

Para efectos de la aplicación de lo dispuesto en los artículos 1°, 2° y 3° de la presente resolución, hasta el 31 de marzo del 2010, la calidad de los cuerpos de agua en general ya sean terrestres o marítimas se clasifica respecto a sus usos de la siguiente manera:

- I.** Aguas de abastecimiento domestico con simple desinfección.
- II.** Aguas de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación sedimentación, filtración y cloración, aprobado por el ministerio de salud.
- III.** Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- IV.** Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares)

- V. Aguas de zona de pesca de mariscos bivalvos
- VI. Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

**Artículo 5. Disposiciones sobre valores límites.**

Para efectos de la aplicación de lo dispuestos en los artículos 1, 2, y 3 de la presente resolución, y hasta el 31 de marzo del 2010, regirán los siguientes valores límites para los diferentes cuerpos de agua:

**Tabla N° 03: Límites bacteriológicos.**

LIMITES BACTEREOLÓGICOS						
Entendido como valores máximos en 80% de 5 ó más muestras mensuales (Valores en NMP/100mL)						
USOS	I	II	III	IV	V	VI
Coliformes Totales	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000
Coliformes Fecales	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000

**Fuente: Resolución Jefatural N° 0291-2009- ANA.**

**Tabla N° 04: Límites de sustancias potencialmente peligrosas.**

LIMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS						
(Valores en mg/ m3)						
	I	II	III	IV	V	VI
Mercurio	2	2	10	N.A	0	0
Cadmio	10	10	50	N.A	0	4
Cromo	50	50	1,00	N.A	50	50
Cobre	1,000	1,000	500	N.A	10	*
Plomo	50	50	100	N.A	10	30
Zing	5,000	5,000	25,000	N.A	20	**

**Fuente: Resolución Jefatural N°0291-2009-ANA.**

Nota:

(\*) PRUEBAS de 96 horas  $lc_{50}$  multiplicadas por 0.1

(\*\*) Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02

$LC_{50}$  dosis letal para provocar 50% de muertes o inmovilización de la especie de BIO ENSAYO.

N. A Valor no Aplicable.



## **Artículo 7. Clasificación de los cuerpos de agua.**

Para efectos de la aplicación de lo establecido en el artículo 4 de la presente resolución deberá adoptarse la clasificación de los cuerpos de agua establecida en la Resolución Directoral N° 1152-2005-DIGESA/SA, hasta el 31 de marzo del 2010.

### **Disipaciones complementarias.**

#### **Quinta. Agua residual doméstica y agua residual municipal**

Para efectos de la aplicación de la presente resolución, entiéndase como:

**5.1 Agua residual doméstica**, a las aguas residuales de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

**5.2 Agua residual municipal**, a las aguas residuales domésticas que puedan incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

➤ **Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA)”.**

#### **a) Categoría 1. Poblacional y recreacional.**

**i. Sub categoría A:** aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

- **A1.** Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Entiéndase como aguas destinadas al uso con fines de abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- **A2.** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, que puede estar conformado para los siguientes procesos: decantación, coagulación, floculación, sedimentación, y/o filtración, o métodos equivalentes; además de desinfección de conformidad con lo señalado en la normativa vigente.

- **A3.** Aguas que pueden ser potabilizados con tratamiento avanzado.

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya tratamiento físico y químico avanzado como precolación, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el sector competente.

**ii. Sub categoría B.** Aguas superficiales destinadas para recreación.

- **B1.** Contacto primario: aguas superficiales destinados al uso recreativo de contacto primario por la autoridad de salud, incluye actividades como natación, esquí acuático, buceo libre, surf, canotaje, navegación en la tabla vela, mota acuática, pesca sub marina, o similares.
- **B2.** Contacto secundario: aguas superficiales destinados al uso recreativo de contacto secundario por la autoridad de salud, como deportes acuáticos con botes, lancha o similares.

**b) Categoría 2. Actividades Marino Costeras.**

**i. Sud categoría C1:** Extracción y cultivo de moluscos bivalvos.

Entiéndase a las aguas donde se extraen o cultivan los moluscos bivalvos, definiéndose por los moluscos bivalvos a los

lamelibranquios que se alimentan por filtración, tales como ostras almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones y similares; que se incluyen a los gasterópodos (ej. Caracol, lapa), equinodermos (estrellita del mar) y tunicados.

**ii. Sub categoría C2:** Extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas.

Entiéndase a las aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto; comprende a los peces y a las algas comestibles.

**iii. Sud categoría C3:** Otras actividades.

Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las sub categorías c1 y c2, tales como tránsito comercial marítimo, infraestructura marítima portuaria y de actividades industriales.

**c) Categoría 3. Riego de vegetales y bebidas de animales.**

**i. Vegetales de tallo bajo.**

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo; que usualmente tienen un sistema radicular difuso o fibroso y poco profundo. Ejemplos: ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares.

**ii. Vegetales de tallo alto.**

Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, de porte arbustivo o arbóreo, que tienen una mayor longitud de tallo. Ejemplos: arboles forestales, árboles frutales, entre otros.

**iii. Bebidas de animales.**

Entiéndase como aguas utilizadas para bebidas de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o

camélido, y para animales menores como ganado caprino, cuyes, aves y conejos.

**d) Categoría 4. Conservación del ambiente acuático.**

Están referidos a aquellos cuerpos de aguas superficiales, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento.

**i. Lagunas y lagos.**

Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, corresponde a aguas en estado lentic, incluyendo humedales.

**ii. Ríos.**

Incluyen todas las aguas que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible; corresponde a aguas en estado lótico.

• **Ríos de la costa y sierra.**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del pacífico y del Titicaca, y en la vertiente oriental de la cordillera de los andes.

• **Ríos de la selva.**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes comprendidos en la vertiente oriental de la cordillera de los andes; en la zona meándrica

**iii. Ecosistemas marino costeras.**

• **Estuarios.**

Entiéndase como zonas donde el agua del mar ingresa en valles o cauces de ríos, hasta el límite superior del nivel de marea; incluye marismas o manglares.

- **Marinos.**

Entiéndase como zona del mar, comprendidas desde los 500m de la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precítese que no se encuentran dentro de las categorías señaladas, las aguas marítimas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero-medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas; y las aguas residuales tratadas para recurso.

➤ **Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales. DIGESA. 2007**

**1. Parámetros establecidos en el Monitoreo.**

Los parámetros se seleccionaran en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la Clasificación de los Recursos Hídricos del País.

**1.1 Parámetros de medición de campo.**

**Físicos:** Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos, pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto.

**1.2 Parámetros determinados en laboratorio.**

**Iones principales:** (Nitratos, Sulfato, Fosfatos, cianuro WAD y Libre, cloruros, nitritos, dureza total y cálcica, alcalinidad).

**Metales:** Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As.

**1.3 Parámetros biológicos.**

Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Fitoplancton, Perifiton, Parásitos.

**1.4 Parámetros orgánicos** (dependerá de las actividades y usos que tenga el cuerpo de agua.)

Aceites y grasas, Hidrocarburos totales de petróleo y DBO5

A partir de estos parámetros se establecerán los indicadores que permitirán vigilar de manera permanente las variaciones de la calidad del agua, tanto en los aspectos sanitarios como ecológicos, permitiendo así tomar las acciones de control que se requieran.

## **2. Ubicación de puntos de muestreo y registro de datos de campo.**

Antes de aplicar el presente protocolo el personal de salud ambiental deberá realizar la caracterización general y detallada de la cuenca en evaluación, lo cual requiere una descripción de la cuenca, subcuenca o recurso hídrico a monitorear, describiendo las principales actividades que se desarrollan en torno a dicho recurso, no olvidando de remarcar prioritariamente si este sirve como fuente de abastecimiento para consumo humano de poblaciones (uso doméstico), en cuyo caso deberá localizar obligatoriamente un punto de muestreo en la toma o captación de agua, detallando la población servida.

### **2.1 Ubicación del punto de muestreo.**

La ubicación de los puntos de muestreo deberán cumplir los siguientes criterios:

**2.1.1 Identificación:** El punto de muestreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. De preferencia, en la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

**2.1.2 Accesibilidad:** Que permita un rápido y seguro acceso al lugar establecido para tomar la muestra.

**2.1.3 Representatividad:** Evitar zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua, a menos que sean el objeto de la evaluación. Elija un punto en donde el río esté lo más regular, accesible y uniforme en profundidad. Es importante considerar la referencia para la ubicación de un punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial y localidad. Además ubicar el punto de muestreo cerca de una estación de aforo para que se pueda tomar simultáneamente datos sobre el flujo. Como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo, aguas arriba y otra agua abajo en el cuerpo de agua receptor (tomando como referencia la descarga de un efluente líquido). Estos puntos permitirán determinar:

- La calidad del recurso hídrico en el punto referencial aguas arriba.
- Si la descarga de efluentes líquidos de las actividades productivas contribuyen a la contaminación de los cuerpos receptores y,
- En qué nivel están afectando los contaminantes a los cuerpos receptores.

El punto de muestreo aguas arriba estará ubicado lo suficientemente distante para asegurarse que no exista influencia de la descarga de un efluente líquido, pero aguas abajo de cualquier descarga que pudiera influir en las características de calidad del agua.

La ubicación del punto de muestreo aguas abajo debe estar en el punto en el que la descarga se haya mezclado completamente con el agua receptora dependiendo del caudal de la misma (Ej. 100 m aguas abajo aprox.). Todos los puntos de muestreo deben estar georeferenciados para plasmarlos en mapas, de manera que se pueda retornar a ellos con facilidad.

Debe fotografiarse el lugar y tomar nota de alguna característica geográfica permanente. De ser posible, debe colocarse un hito en la orilla.

## **2.2 Registro de datos de campo.**

Ficha de registro de campo: Utilizada en el monitoreo y que debe acompañar al Informe Técnico que elabore el profesional que realice la actividad, deberá contener la siguiente información:

- Se registrará el código del punto de muestreo, origen de la fuente, descripción clara y definida del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, localidad, distrito, provincia y departamento, coordenadas de ubicación del punto de muestreo, datos personales de quien realizó la toma de muestra, las condiciones climáticas y otras observaciones pertinentes en el punto de muestreo.
- Se registrarán todas las mediciones realizadas en el monitoreo.
- Para realizar esta actividad será necesario contar con equipos de medición de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, termómetro, turbidímetro y GPS, Ejm. Equipo Multiparámetro.
- Los datos requeridos en la Ficha de Registro se muestran en el Anexo I “Ficha de Registro de medición de datos de Campo”.

## **3. Frecuencia de Monitoreo.**

La frecuencia de muestreo se establece de acuerdo a la estacionalidad debiéndose realizar el muestreo en época de avenida y época de estiaje, pudiendo ampliar la frecuencia de acuerdo a los impactos negativos que se generan en los recursos hídricos y población; así como la disponibilidad de recursos económicos necesarios para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio.



#### **4. Muestreo, preservación, conservación y envío de las muestras al laboratorio de análisis.**

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto se seguirán las recomendaciones establecidos en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales – American Public Heal Association, American Waer Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”.

##### **4.1 Consideraciones Generales.**

- Los frascos requeridos deben ser de polietileno (preferencia primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.
- Todo equipo deben está debidamente calibrados
- Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.
- Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e hidróxido de sodio. Tener cuidado en su manipulación.
- Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) e identifique cada frasco (etiquetado).
- Utilice procedimientos formales que rastrean la historia de la muestra desde la recolección hasta su llegada al laboratorio de análisis (cadena de custodia).
- La indumentaria de protección del personal que realizará el muestreo deberá estar constituido por

chaleco, pantalón, gorra, casaca (zona sierra), impermeable, botines de seguridad, botas de jebe muslera, guantes de jebe y quirúrgico.

- Materiales de campo como arnés o soga, balde, linterna, muestreador con extensión, cronometro, cajas térmicas, ice pack.
- Materiales de laboratorio como pizeta, pipetas y/o goteros, bombilla de succión y frascos de plástico y vidrio según el requerimiento de análisis.

#### **4.2 Toma, preservación y conservación de muestras de agua.**

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

##### **4.2.1 Toma de Muestras:**

- Para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- La toma de muestra se realizará en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra

**a) Indicadores Biológicos.**

- La toma de muestra microbiológica deberá realizarse a una profundidad de 20 a 30 cm. Los frascos para las muestras deben ser de vidrio y esterilizados, no deben ser sometidos al enjuague, la toma de muestra es directa dejando un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.

**b) Indicadores Orgánicos.**

- Para el caso de Aceites y Grasas e Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), deberá realizar la toma directa sin realizar el enjuague. La toma de muestra se hace en superficie. Los frascos a utilizar serán de vidrio, color ámbar de boca ancha con cierre hermético (no utilizar contratapa de plástico), de un litro de capacidad y preservar.
- Respecto a la toma de muestra para Demanda Bioquímica de Oxígeno, utilizar frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, limpios, al tomar la muestra llenar completamente el frasco e inmediatamente tapar, mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente (no se debe de congelar la muestra), no requiere de preservantes.

**c) Parámetros Físicos Químicos.**

- En el caso de la toma de muestra para determinar Metales Pesados, se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre

hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.

- En la toma de muestra para determinar Mercurio y Arsénico se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- La toma de muestras para los parámetros Físicos y iones se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- La toma de muestras para el parámetro Dureza Total y Cálcica se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- Para la toma de muestra de los parámetros Cianuro WAD y Libre se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar.
- Las características de los recipientes, volumen requerido y tipo de preservante se contempla en el Anexo II “Requisitos para toma de muestras de agua y preservación”.

#### **4.2.2 Medición de parámetros en campo:**

- Se recomienda que la medición de los parámetros en campo se realice tomando una muestra del recurso hídrico utilizando un balde limpio (realizar el enjuague) o pudiéndose realizar directamente en el recurso hídrico.
- En primer lugar deberá medirse oxígeno disuelto y luego el pH, conductividad eléctrica.

#### **4.2.3 Preservación de las muestras de agua:**

- Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el Anexo II “Requisitos para toma de muestras de agua y manipulación”.
- Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.

#### **4.2.4 Identificación de las muestras de agua:**

- Los recipientes deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:
  1. Número de Muestra (referido al orden de toma de muestra).
  2. Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
  3. Origen de la fuente.
  4. Descripción del punto de muestreo.

5. Fecha y hora de la toma de la muestra.
6. Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
7. Tipo de análisis requerido.
8. Nombre del responsable del muestreo.

- El Modelo de Etiqueta se adjunta en Anexo IV “Requisitos para etiqueta de identificación de muestras de agua”

#### **4.2.5 Conservación y envío de las muestras de agua.**

- Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada en el Anexo II “Requisitos para toma de muestras de agua y manipulación”, disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, otros).
- Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas y derrames. En el caso de utilizar hielo, colocar este en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua.
- Las muestras recolectadas para análisis físico químicos deberán entregarse al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo.
- En el caso de las muestras para análisis microbiológico se recomienda entregar estas al laboratorio dentro de las 6 horas después del muestreo y conservadas (aguas superficiales y residuales), refrigerar a 4 °C.

- Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de: Ficha de Cadena de Custodia, Ficha de Muestreo y el oficio de la Institución solicitante del análisis; documentos que en caso de ser remitidos dentro del “Cooler” deberán colocarse en un sobre plastificado a fin de evitar que se deterioren. Los formatos e información requerida se indica en el Anexo III “Ficha de Cadena de Custodia y Ficha de Muestreo”.

### 1.3.3 Definición de términos.

**Coliformes totales:** son bacterias que forman parte del grupo coliformes y son definidas como bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a  $35 \pm 0.5$  °C dentro de las  $48 \pm 3$  horas.

**Coliformes fecales:** Son bacterias que forman parte del total del grupo coliformes y son definidas como bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a  $44.5 \pm 0.2$  °C dentro de las  $24 \pm 2$  horas. La mayor especie en el grupo de coliformes fecales es la *Escherichia coli* y en menor grado las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

**Número más probable (NMP):** es el cálculo de la densidad probable de bacterias Coliformes basadas en la combinación de resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. La precisión de cada prueba depende del número de tubos utilizados. Tres diluciones son necesarias para la obtención del código del NMP. Las tablas de NMP se basan en la hipótesis de una distribución de Poisson (dispersión aleatoria). La densidad bacteriana se obtiene a través de tablas en las que se presenta el límite de confianza de 95% para cada valor determinado y se expresa como NMP de coliformes/100 mL.

**El Agua.** El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que solo puede detectarse en capas de gran profundidad, a la presión atmosférica (760 mm de mercurio) el punto de fusión del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C. Cuando el agua se enfría y se congela, el sólido que resulta ocupa un volumen mayor que el del líquido del que proviene; disminuye su densidad, de 1g/cm<sup>3</sup> en el agua líquida a 0.9 g/cm<sup>3</sup> en el hielo. El agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de fusión; se puede enfriar fácilmente a unos - 25 °C sin que se congele. El agua sobre enfriado se puede congelar agitándola, descendiendo más su temperatura o añadiéndola un cristal u otra partícula de hielo.

**Calidad de agua.** El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

**Vertimiento.** Evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente.

**Agua residual o aguas servidas.** Aguas contaminadas por uso doméstico, industrial o agrícola. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto de los últimos años por la contaminación que genera a los ecosistemas.

**Estándar de Calidad Ambiental (ECAs).** Instrumentos establecidos por la autoridad competente con el propósito de promover políticas de prevención, reciclaje, reutilización y control de la contaminación, destinados a proteger la salud humana y la calidad del ambiente.



**Caudal.** Volumen de agua por unidad de tiempo, en este caso la medición se realizó en el vertedero.

**Monitoreo.** Obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales, funcional a los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental. (D°S° 019-2009-MINAM).

**Cuerpo receptor:** Es todo aquel manantial, zonas de recarga, ríos, quebrada, arroyos permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales.

#### 1.4 Variables.

- **Variable independiente:** Las características físicas, químicas y biológicas.
- **Variable dependiente:** La calidad del agua de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas.

#### 1.5 Hipótesis.

Las características físicas, químicas y biológicas del agua de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi en el ámbito correspondientes a la ciudad de Yurimaguas, superan los límites máximos permisibles establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECAs).

### 2.1 Tipo de investigación.

2.1.1 De acuerdo a la orientación : Básica

2.1.2 De acuerdo a la técnica de contrastación : Descriptiva

### 2.2 Diseño de investigación.

La presente investigación se ajusta a un diseño descriptivo comparativo que parte de recolectar información relevante en varias muestras de aguas de la orilla y centro de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, con respecto a un mismo fenómeno (características físicas, químicas y biológicas).

Se comparó los valores de los indicadores entre las dos épocas climáticas en nuestra selva, el periodo de mayor incidencia de las lluvias (época lluviosa) y el periodo de menos lluvias (época ceca).

Se comparó también, los valores de los indicadores, entre los tramos determinados, y estos son:

Tramo N° 01: Shanusi entrada (E-1)

Tramo N° 02: Shanusi salida (E-2)

Tramo N° 03: Huallaga entrada (E-3)

Tramo N° 04: Huallaga orilla (E-4 al E-14, sólo números pares)

Tramo N° 05: Huallaga centro (E-5 al E-15, sólo números impares)

Tramo N° 06: Huallaga salida (E-16)

Tramo N° 07: Paranapura salida (E-17)

Tramo N° 08: Paranapura entrada (E-18)

Por último, se comparó los valores de los indicadores entre las épocas y los tramos (época- tramo).

## 2.3 Población y Muestra.

Población: Los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi.

Muestra: Volumen de muestra de agua recolectado de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en las estaciones de muestreo.

## 2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Para el desarrollo se procedió de acuerdo a procesos ya establecidos que se detallan a continuación:

### 2.4.1 Determinación del ámbito de influencia de la investigación.

El proyecto se desarrolló en la rivera y centro de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el área comprometida con las zonas de descarga de aguas residuales de la ciudad de Yurimaguas.

Yurimaguas, es la capital de la provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto, se ubica en el extremo Noroeste de la Amazonía peruana, en la confluencia de los ríos Shanusi y Paranapura con el río Huallaga, entre el paralelo 5°53' 30'' Latitud Sur y el meridiano 76°05'26'' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a 182 msnm. Se asienta en su mayor parte sobre una terraza alta respecto al río Huallaga, con una topografía relativamente plana-accidentada y atravesada por cuatro quebradas: Atun Quebrada, Quebrada Mishuyacu, Quebrada Suniyacu y Quebrada Aguamiro.

El clima es húmedo tropical con lluvias frecuentes durante todo el año, pero con dos épocas o periodos bien definidos, el de Noviembre - Abril que es el periodo de mayor incidencia de las lluvias (época lluviosa) y el de los meses de Mayo – Octubre que el periodo de menos lluvias (época seca). La precipitación pluvial anual es de 2200 mm. La temperatura media máxima mensual es de 32,3°C y una media mínima mensual 20,6°C, la temperatura promedio es de 26°C. (Salud Ambiental, 2005). (Anexo A-01).



#### 2.4.2 Duración del Estudio y Frecuencia de muestreo.

El estudio estuvo comprendido entre los meses de marzo y diciembre de 2009; realizándose cinco (5) muestreos de aguas superficiales para los parámetros físico-químicos y siete (7) para los parámetros biológico, durante los meses de marzo, abril (dos muestreos), junio y agosto, en todas las estaciones, para el primer caso y, los meses marzo (tres muestreos), abril, mayo, julio y agosto para el segundo caso.

Cabe puntualizar que, en cuanto al parámetro biológico, solo en el penúltimo muestreo se realizó en todas las estaciones. Así tenemos que en el mes de marzo (E<sub>1</sub>-E<sub>5</sub>; E<sub>6</sub>-E<sub>10</sub>; E<sub>11</sub>-E<sub>18</sub>), abril (E<sub>1</sub>-E<sub>8</sub>), mayo (E<sub>9</sub>-E<sub>18</sub>), julio (E<sub>1</sub>-E<sub>18</sub>) y el mes de agosto (E<sub>1</sub>-E<sub>12</sub>).

Además se realizó cuatro (4) muestreos de aguas de los principales colectores de la ciudad para todos los parámetros y en todas las estaciones, en el mes de diciembre.

El promedio de días entre un muestreo y otro fue semanal durante un mes para el caso de aguas de los principales colectores.

Para el caso de aguas superficiales el promedio fue de cada 26 días en 6 meses para los parámetros fisicoquímicos. Así mismo tenemos que el promedio de frecuencia de muestreo microbiológico fue de 23 días en 6 meses.

**Tabla N° 05: Fechas de muestreo de parámetros físicos y químicos, de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi, entre los meses de marzo y agosto, 2009.**

Época	Meses	Fechas	Estaciones
Lluviosa	Marzo	18/03/2009	E-1 al E-18
	Abril	03/04/2009	E-1 al E-18
		25/04/2009	E-1 al E-18
Seca	Mayo	05/05/2009	E-1 al E-18
	Junio	14/06/2009	E-1 al E-18
	Julio	x	E-1 al E-18
	Agosto	13/08/2009	E-1 al E-18

*Fuente: elaboración propia.2009*

**Tabla N° 06: Fechas de muestreo de parámetros microbiológicos entre los meses de marzo y agosto, 2009.**

Época	Meses	Fechas	Estaciones
Lluviosa	Marzo	18/03/2009	E-1 al E-5
		25/03/2009	E-6 al E-10
	Abril	04/04/2009	E-11 al E-18
		25/04/2009	E-1 al E-8
Seca	Mayo	05/05/2009	E-9 al E-18
	Junio	x	x
	Julio	11/07/2009	E-1 al E-18
	Agosto	13/08/2009	E-1 al E-13

*Fuente: elaboración propia.2009*

### 2.4.3 Parámetros a Evaluar.

El criterio seguido en la selección de estos parámetros ha sido el de conseguir simultáneamente los datos analíticos necesarios para estimar el grado de contaminación en los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi, así como para disponer de algunos elementos de juicio en orden a establecer la calidad de sus aguas de Clase II y VI.

Los parámetros químicos considerados en el presente estudio pueden estar presentes en el agua de los ríos tanto por actividades humanas como por procesos naturales (erosión de suelos).

**Tabla N° 07: Parámetros Físicos, Químicos y Biológicos a Caracterizar.**

Parámetros a caracterizar		
Físicos	Químicos	Biológicos (Microbiológicos)
- Temperatura (°C) - pH - Oxígeno disuelto (OD) - Conductividad (µS/cm) - Sólidos Totales Disueltos (TDS) - Turbiedad (UNT)	- Arsénico (As) - Cadmio (Cd) - Cobre (Cu) - Cromo (Cr) - Fierro (Fe) - Manganeso (Mn) - Mercurio (Hg) - Plomo (Pb) - Zinc (Zn) - Aceites y grasas (A y G) - TPH	- Coliformes Totales - Coliformes Fecales - Escherichia Coli.

*Fuente: Protocolo de Monitoreo - DIGESA.2009*

### 2.4.4 Estaciones de Muestreo.

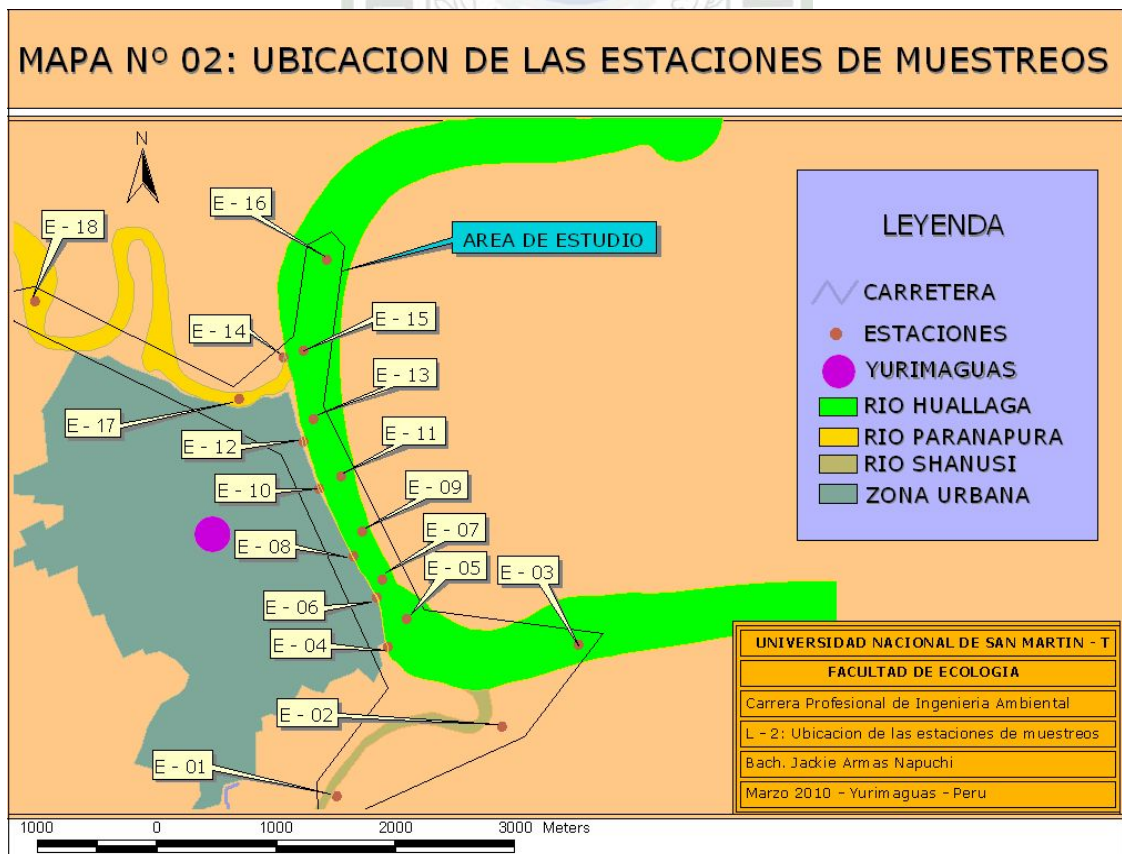
El número de estaciones de muestreo (Tabla N° 02) se determinó teniendo en cuenta el área influencia de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi comprometidas con la zona de descarga de aguas residuales de la ciudad. Para ello se tomó como referencia el plano digital del año 2009 (en AutoCAD 2009) de la ciudad de Yurimaguas, facilitado por la Dirección

de Salud Ambiental- Unidad de Ecología y Protección del ambiente (UEPA).

Además de ello se efectuó visitas de campo preliminar y utilizó el sistema de posicionamiento global (GPS).

Se ubicaron estaciones de muestreo en las coordenadas UTM, WGS 84.

Las estaciones de muestreo se ubicaron tomando en cuenta los siguientes criterios: identificación, accesibilidad y representatividad. Además de ubicar dos puntos de muestreo, aguas arriba y otra agua abajo en el cuerpo de agua receptor, tomando como referencia la descarga de un efluente líquido. **Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales.** (DIGESA, 2007). (Anexo A-02).



**Tabla N° 08: Coordenadas UTM de las Estaciones de Muestreo.**

Estaciones	Coordenadas		Río	Descripcion
	18M	UTM		
E-1	0377869	9345993	Shanusi	A 1500m. Aguas arriba del río Shanusi desde su desembocadura en el río Huallaga. En la parte media del río.
E-2	0379294	9346589	Shanusi	A 100m. Aguas arriba del río Shanusi desde su desembocadura en el río Huallaga. En la parte media del río.
E-3	0379952	9347282	Huallaga	A 1000m. aguas arriba de la desembocadura del río Shanusi en el río Huallaga. En la parte media del río.
E-4	0378308	9347267	Huallaga	Puerto la Ramada (margen izquierda del río Huallaga). 5 m. aguas abajo del desagüe, a 2 metros de la orilla .
E-5	0378470	9347498	Huallaga	Puerto la Ramada, a 290 m. de la orilla de la margen izquierda del río Huallaga.
E-6	0378214	9347686	Huallaga	500 m. aguas abajo del puerto La Ramada, 2 m. antes del desagüe y a 2 m. de la orilla.
E-7	0378263	9347837	Huallaga	500 m. aguas abajo del puerto La Ramada, a 200m de la orilla de la margen izquierda del río.
E-8	0378019	9348036	Huallaga	Puerto Garcilazo (primera escalera de concreto), a 2 m. metros de la orilla.
E-9	0378093	9348246	Huallaga	a 300 m. de la orilla del puerto Garcilazo, en dirección a la primera escalera de concreto.
E-10	0377721	9348608	Huallaga	Puerto Abel Guerra, a 2 m. de la orilla (en dirección a las escaleras).
E-11	0377908	9348715	Huallaga	a 300 m. de la orilla del puerto Abel Guerra (en dirección a las escaleras),
E-12	0377588	9349005	Huallaga	500 m. antes de la desembocadura del río Paranapura en el río Huallaga (a la altura de calle 15 de agosto cuadra N° 1), a 20 m. de la orilla de la margen izquierda del río.
E-13	0377676	9349203	Huallaga	a 220 m. de la orilla de la margen izquierda del río Huallaga (a la altura de la calle 15 de Agosto cuadra N° 1 )
E-14	0377417	9349719	Huallaga	100 m. después de la desembocadura del río Paranapura en el río huallaga, a 2 metros de la orilla de la margen izquierda del río.
E-15	0377585	9349778	Huallaga	100 m. después de la desembocadura del río Paranapura en el Huallaga, a 200 m de la orilla de la margen izquierda de este último.
E-16	0377791	9350550	Huallaga	1000 m. aguas abajo de la desembocadura del río Paranapura en el río Huallaga, 300 m. de la orilla de la margen izquierda de este último.
E-17	0377032	9349369	Paranapura	400m aguas arriba de la desembocadura del río Paranapura en el río Huallaga, a 60 metros de la de la orilla de la margen derecha del río.
E-18	0375398	9350209	Paranapura	300 m. aguas arriba de la desembocadura del desagüe del A.A.H.H. Virgen de la Natividad al río Paranapura, a 5 metros de la orilla.

*Fuente: Elaboración propia. 2009*

#### **2.4.5 Técnicas para la toma de muestras de agua superficial y residual.**

La toma de muestras de agua se realizó siguiendo las recomendaciones propuestas por el *Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria los recursos hídricos superficiales (DIGESA, 2007)*.

Previo a cada muestreo los frascos se rotularon con la siguiente información:

- Frascos de muestras Microbiológicas y de Metales: número de estación.
- Frascos de muestras de Aceites y Grasas: A y C, y número de estación
- Hidrocarburos Totales Petróleo: TPH y número de estación.



Todos los frascos de muestreo se trasladaron en coolers conteniendo ice packs en su interior, desde el laboratorio hasta el bote y viceversa, para mantener la temperatura interna a 4°C y preservar las muestras.

Los equipos de campo (Multiparámetro y turbidímetro) se calibraron previos a cada actividad.

#### **2.4.5.1 Toma de muestra y análisis físico.**

Los parámetros físicos se analizaron directamente en campo con la asistencia de los equipos Multiparámetro y Turbidímetro.

En primer lugar se desinfectó las manos con alcohol luego, se realizó un previo enjuague del envase en cada estación.

La muestra se tomó a 20cm de profundidad en un envase de plástico transparente limpio a contracorriente para no hacer contacto con el agua (muestra).

Se introdujo la sonda del Multiparámetro en el envase conteniendo la muestra. En primer lugar se midió el oxígeno disuelto y luego el pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, temperatura.

Para medir la turbidez, se recogió, a 20 cm. de profundidad, 10ml de muestra de agua y se procedió a medirlo con el equipo turbidímetro siguiendo las indicaciones del manual.

#### **2.4.5.2 Toma de muestra de parámetros químicos.**

Las muestras se tomaron a una profundidad de 20 cm y a contracorriente, con las manos protegidas con guantes quirúrgicos de látex. Los frascos se enjuagaron una vez en cada estación antes de recolectar las muestras.

Una vez tomada la muestra se procedió a preservarla con 80 gotas de ácido nítrico y se cerró herméticamente el frasco. Para mayor seguridad se enciento la tapa y de esta manera evitar cualquier derrame del líquido.

Las características de los frascos de muestreo para este tipo de análisis fueron:

**a) Frascos Para muestra de Metales**

- Material: Vidrio
- Capacidad: 1 litro.
- Color: blanco
- Tapa rosca
- Preservante: Ácido Nítrico
- Formula química:  $\text{HNO}_3$

**Toma de muestra para determinación de aceites y grasas e hidrocarburos totales de petróleo.**

Las muestras se tomaron superficialmente y a contracorriente, con las manos protegidas con guantes quirúrgicos de látex.

Una vez tomada la muestra se procedió a preservarla con 80 gotas de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico para aceites y grasas e hidrocarburos totales de petróleo respectivamente, luego se cerró herméticamente el frasco. Para mayor seguridad se enciento la tapa y de esta manera evitar cualquier derrame del líquido.

**a) Frascos para muestras de Aceites y grasas(A y G) e Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)**

- Material: Vidrio
- Capacidad: 1 litro.
- Color: ámbar
- Tapa rosca
- Preservante para aceites y grasas (A y G): Ácido Sulfúrico
- Formula química:  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Preservantes para hidrocarburos totales de petróleo (TPH): Ácido Clorhídrico
- Formula química:  $\text{HCl}$

Estas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA-Lima, debidamente conservadas y empaquetadas, siguiendo para ello las indicaciones de *Conservación y envío de las muestras* de agua establecidos en el ***Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales***, para su análisis respectivo.

#### **Identificación de las muestras de agua:**

Los recipientes fueron identificados después de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual fue protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:

1. Número de Muestra (referido al orden de toma de muestra)
2. Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
3. Origen de la fuente.
4. Descripción del punto de muestreo.
5. Fecha y hora de la toma de la muestra.
6. Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
7. Tipo de análisis requerido.
8. Nombre del responsable del muestreo.

#### **2.4.5.3 Toma de muestra de parámetros biológicos.**

Antes de tomar las muestras se desinfectó las manos con alcohol y se protegió las manos con guantes quirúrgicos de látex.

La toma de muestra microbiológica se realizó a una profundidad de 20 a 30 cm., a contracorriente. Los frascos para las muestras fueron de vidrio y esterilizados. La toma de muestras fue directa dejando un espacio de  $\frac{1}{3}$  del frasco para la aireación y mezcla de la muestra.

#### **2.4.6 Método para determinar Coliformes totales, Coliformes fecales y *E. coli*.**

El análisis de las muestras microbiológicas se realizó en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental-Yurimaguas (DESA).

Para la numeración de Coliformes totales, Coliformes fecales y *E. Coli*, se usó el método: *“Técnica de Fermentación de Tubos Múltiples”, de acuerdo a lo indicado en el Standard Méthod for the Examination of Wáter and Wastewater, 21 th edition, 2005.*

#### **♣ Descripción del método de análisis en laboratorio (*Técnica de Fermentación de Tubos Múltiples*).**

La metodología de análisis se basa en 2 etapas:

##### **La prueba presuntiva.**

Consiste en colocar volúmenes determinados de muestra de agua en una serie de tubos conteniendo caldo lauril triptosa que luego son incubados a  $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  durante 24 – 48 horas.

##### **La prueba confirmativa.**

Para la determinación de coliformes totales, consiste en inocular los tubos positivos de la prueba presuntiva en el caldo verde brillante bilis, incubarlos a  $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, en el caso de coliformes fecales y *Escherichia coli*, se siembra en caldo EC con MUG, los tubos se incuban a  $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 24 horas. La formación de gas en los tubos de Durham así como la presencia de fermentación y turbiedad en los tubos, se considera reacción positiva de coliformes. Los resultados se expresan en términos de Número Más Probable (NMP) de microorganismos.

##### **Desarrollo del método.**

Primero se prepara los medios de caldo Lauril triptosa, caldo verde brillante brilla, Caldo *E. Coli* y, agua tamponada o agua de dilución y, se describen a continuación:

### **Preparación del Caldo lauril triptosa.**

Disolver 35.6 g del medio deshidratado por litro de agua destilada (caldo simple). Ajustar el pH a  $6.8 \pm 0.2$  y distribuir 10 ml. del medio en tubos de ensayo de 18 mm x 150 mm provisto en su interior con un tubo de fermentación invertido (Durham), tapar y esterilizar a  $121^\circ\text{C}$  durante 15 minutos.

### **Preparación del Caldo Verde brillante bilis lactosa (BRILLA).**

Disolver 40 g de medio BRILLA en un litro de agua destilada. Distribuir 10 ml. En tubos de ensayo provisto con tubos Durham invertidos. Esterilizar en autoclave durante 15 minutos a  $121^\circ\text{C}$ .

### **Preparación de Caldo EC - MUG.**

Disolver 37 g de medio EC - MUG en un litro de agua destilada. Distribuir 10 ml. En tubos de ensayo provisto con tubos Durham invertidos. Esterilizar en autoclave durante 15 minutos a  $121^\circ\text{C}$ .

### **Preparación del Agua de dilución.**

Para el agua de dilución, es necesaria la preparación de soluciones Stock A y B.

**Solución Stock A:** Disolver 34 g de fosfato monopotásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) en 500ml. De agua destilada, al ajustar el pH a  $7.2 \pm 0.5$  con hidróxido de sodio (NaOH), y completar el volumen a un litro con agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a  $121^\circ\text{C}$ .

**Solución Stock B:** Disolver 81.1 g de cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) en un litro de agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a  $121^\circ\text{C}$ .

### **Agua de dilución.**

Agregar 1.25 ml. De la dilución Stock A y 5 ml. de la solución Stock B a un litro de agua destilada. Distribuir un volumen de 90 ml. en frascos, luego de llevarlo la autoclave por 15 minutos a  $121^\circ\text{C}$ .

### **Dilución de la muestra.**

- Recepcionadas las muestras se procedió a preparar las diluciones respectivas. El número de diluciones fue de:  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$
- Se agitó vigorosamente aproximadamente 25 veces, para asegurar una buena homogenización, se transfirió con una pipeta estéril un volumen de 10 ml. De la muestra a un frasco con 90 ml. De agua de dilución. De ésta manera se obtuvo la primera dilución ( $10^{-1}$ ).
- Se Homogenizó el frasco que contiene la dilución ( $10^{-1}$ ), con una nueva pipeta estéril se transfirió 10 ml. a un nuevo frasco de dilución, teniendo así la segunda dilución ( $10^{-2}$ ). Se continuó con este proceso hasta realizar todas las diluciones.

### **Prueba presuntiva.**

- Se preparó baterías con series de cinco tubos (para las diluciones de 10ml, 1ml,  $10^{-1}$ ml,  $10^{-2}$ ml,  $10^{-3}$ ml,  $10^{-4}$ ml,  $10^{-5}$ ml) conteniendo 10 ml. de CLT de concentración simple.
- Luego se agitó vigorosamente por unas 25 veces el frasco con la última dilución efectuada y con una pipeta estéril se transfirió 1 ml. De la dilución en cada uno de los tubos con CLT de concentración simple correspondiente a dicha dilución.
- Se procedió de la misma forma, transfiriendo 1 ml. De la muestra más diluida a la más concentrada, utilizando para ello la misma pipeta.
- También se transfirió 1 ml. De la muestra original a cinco tubos con CLT de concentración simple y 10 ml. en cinco tubos con CLT de doble concentración.
- Luego se procedió a incubar los tubos a 35 °C. Después de 24 horas se examinó y separó los tubos con CLT positivos, aquellos que presentan formación de gas en el tubo Durham (fermentación) y turbiedad. Se anotó los resultados. Todos los tubos positivos deben pasar a la siguiente fase, la prueba confirmativa.
- Se reincubó los tubos negativos por 24 horas más y se realizó la segunda lectura a las 48 horas. Nuevamente se separó y anotó los

resultados de los tubos positivos y paso a la prueba confirmativa. Los tubos negativos no se toman en cuenta y se descartar.

### **Prueba confirmativa.**

#### **a) Coliformes totales.**

- Se colocó en gradillas, los tubos conteniendo el medio BRILLA, atemperarlos previamente durante 30 minutos a temperatura ambiental y codificó cada tubo con el número asignado a la muestra y, con la dilución inoculada.
- Luego se agitó los tubos positivos de la prueba presuntiva para una completa homogenización antes de ser inoculados a los tubos con el caldo BRILLA, evitar tocar la película superficial.
- Con un asa de siembra estéril, se transfirió una o más asadas de un cultivo positivo de CLT a un tubo con el medio BRILLA. Se repitió el mismo procedimiento para todos los tubos presuntivos.
- Se incubó los tubos inoculados a 35 °C por 24 horas.
- Transcurrido las horas de incubación se retiró los tubos de la incubadora, los agitamos suavemente para observar la producción de gas y se procedió a realizar la lectura, considerando positiva toda formación de gas en los tubos Durham (Fermentación) y turbiedad en los tubos. Se reincubó los tubos negativos por otras 24 horas. Todos los tubos positivos pasaron a ser esterilizados para ser descartados.
- Para la segunda lectura nuevamente se separó y anotó los resultados de los tubos positivos. Los tubos negativos no se tomaron en cuenta.
- Con los resultados obtenidos de las dos lecturas se calculó el NMP de acuerdo a las porciones y combinaciones empleadas.

#### **b) Coliformes fecales.**

- Se colocó en gradillas, los tubos conteniendo el medio EC - MUG, atemperarlos durante 30 minutos a temperatura de 44.5

°C. y codificó cada tubo con el número asignado a la muestra, y la dilución a inocular.

- Se agitó los tubos positivos de la prueba presuntiva para una completa homogenización antes de ser inoculados a los tubos con el caldo EC-MUG.
- Con un asa de siembra estéril, se transfirió una o dos asadas de los cultivos positivos de CLT a los tubos con el medio EC – MUG y se incubó los tubos inoculados a 44.5 °C en Incubadora Baño María por 24 horas.
- Transcurrido las 24 horas se retiró los tubos del baño María y se los agitó suavemente para observar la producción de gas. Se procedió a realizar la lectura, considerando positiva toda formación de gas en los tubos Durham (Fermentación) y turbiedad en los tubos. Todos los tubos positivos pasaron a la esterilización para ser descartados. Los tubos negativos no se toman en cuenta.

**c) Escherichia coli.**

Para confirmar la presencia de E. Coli en Los tubos positivos del caldo EC – MUG, se adicionó 5 gotas de reactivo de kovaks con una pipeta de plástico, formándose un anillo color rojo en la superficie del medio para los casos positivos.

**♣ Determinación del Número Más Probable (NMP) de Coliformes totales, Coliformes fecales y E. coli.**

El cálculo de la densidad probable de bacterias Coliformes totales, fecales y E. coli está basado en la combinación de los resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. La densidad de coliformes se expresa como NMP de coliformes por 100 ml y se obtiene a través de tablas en las que se presenta el límite de confianza de 95% para cada valor de NMP determinado.

Los valores de NMP, para una variedad de combinaciones de tubos positivos y negativos se dan en la Tabla N° 09.



Cuando se inoculan más de tres series de diluciones decimales, se deben seleccionar las tres diluciones más apropiadas y luego referirse a la Tabla N°10.

**Tabla N° 09: Índice de NMP al 95% de confianza para varias combinaciones de resultados positivos cuando se usan 5 tubos por dilución (10ml, 1,0ml, 0,1 ml).**

Combinación de positivos	NMP /100 mL	Límite de Confiabilidad		Combinación de positivos	NMP /100 mL	Límite de Confiabilidad	
		Bajo	Alto			Bajo	Alto
0 0 0		< 1.8	6.8	4 0 3	25	9.8	70
0 0 1	1.8	0.09	6.8	4 1 0	17	6	40
0 1 0	1.8	0.09	6.9	4 1 1	21	6.8	42
0 1 1	3.6	0.7	10	4 1 2	26	9.8	70
0 2 0	3.7	0.7	10	4 1 3	31	10	70
0 2 1	5.5	1.8	15	4 2 0	22	6.8	50
0 3 0	5.6	1.8	15	4 2 1	26	9.8	70
1 0 0	2	0.1	10	4 2 2	32	10	70
1 0 1	4	0.7	10	4 2 3	38	14	100
1 0 2	6	1.8	15	4 3 0	27	9.9	70
1 1 0	4	0.71	12	4 3 1	33	10	70
1 1 1	6.1	1.8	15	4 3 2	39	14	100
1 1 2	8.1	3.4	22	4 4 0	34	14	100
1 2 0	6.1	1.8	15	4 4 1	40	14	100
1 2 1	8.2	3.4	22	4 4 2	47	15	120
1 3 0	8.3	3.4	22	4 5 0	41	14	100
1 3 1	10	3.5	22	4 5 1	48	15	120
1 4 0	10	3.5	22	5 0 0	23	6.8	70
2 0 0	4.5	0.79	15	5 0 1	31	10	70
2 0 1	6.8	1.8	15	5 0 2	43	14	100
2 0 2	9.1	3.4	22	5 0 3	58	22	150
2 1 0	6.8	1.8	17	5 1 0	33	10	100
2 1 1	9.2	3.4	22	5 1 1	46	14	120
2 1 2	12	4.1	26	5 1 2	63	22	150
2 2 0	9.3	3.4	22	5 1 3	84	34	220
2 2 1	12	4.1	26	5 2 0	49	15	150
2 2 2	14	5.9	36	5 2 1	70	22	170
2 3 0	12	4.1	26	5 2 2	94	34	230
2 3 1	14	5.9	36	5 2 3	120	36	250
2 4 0	15	5.9	36	5 2 4	150	58	400
3 0 0	7.8	2.1	22	5 3 0	79	22	220
3 0 1	11	3.5	23	5 3 1	110	34	250
3 0 2	13	5.6	35	5 3 2	140	52	400
3 1 0	11	3.5	26	5 3 3	170	70	400
3 1 1	14	5.6	36	5 3 4	210	70	400
3 1 2	17	6	36	5 4 0	130	36	400
3 2 0	14	5.7	36	5 4 1	170	58	400
3 2 1	17	6.8	40	5 4 2	220	70	440
3 2 2	20	6.8	40	5 4 3	280	100	710
3 3 0	17	6.8	40	5 4 4	350	100	710
3 3 1	21	6.8	40	5 4 5	430	150	1100
3 3 2	24	9.8	70	5 5 0	240	70	710
3 4 0	21	6.8	40	5 5 1	350	100	1100
3 4 1	24	9.8	70	5 5 2	540	150	1700
3 5 0	25	9.8	70	5 5 3	920	220	2600
4 0 0	13	4.1	35	5 5 4	1600	400	4600
4 0 1	17	5.9	36	5 5 5	>1600	700	
4 0 2	21	6.8	40				

**Fuente: Standard Méthod for the Examination of Wáter and Wastewater, 21 th edition, 2005.**

- a) Como primer número del código se seleccionará la mayor dilución en la que todos los tubos resultaran positivos y las dos diluciones subsiguientes para completar el código.
- b) Si menos de tres diluciones tienen resultados positivos, se seleccionarán las tres mayores diluciones que incluyen los tubos positivos para completar el código.
- c) Si resultarán tubos positivos en diluciones mayores que en aquellas seleccionadas para el código los resultados positivos se desplazan hacia las diluciones seleccionadas a fin de incrementar los tubos positivos en la última dilución seleccionada.
- d) Si resultaran tubos negativos en volúmenes de muestra que los escogidos para el código, el primer número del código será el de la mayor dilución en la cual todos los tubos resultaran positivos, con las siguientes diluciones más altas para completar el código.
- e) Si todos los tubos resultaran positivos, seleccionar para el código, aquellas tres diluciones mayores.

**Tabla N° 10: Valores para la selección del código.**

Pruebas	Tubos positivos/ ml y volumen de muestra					Código
	10	1	0.1	0.01	0.001	
1	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	0	0	5-2-0
2	5	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	0	5-2-1
3		<u>3</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	0	3-1-0
4	5	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	3-1-2
5	4	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>0</u>	0	5-4-0
6		5	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	5-5-5
7		<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	0	0-0-0
8		<u>4</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	0	4-0-1
9		<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	0	0-1-0

***Fuente: Standard Méthod for the Examination of Wáter and Wastewater, 21 th edition, 2005.***

- f) Si todos los tubos resultaran negativos, seleccionar para el código aquellas tres diluciones menores.
- g) Si no resultaran tubos positivos en una dilución intermedia, escoger para el código la serie de menor dilución y otra de mayor dilución para el código.

- h) Si solamente la dilución intermedia resultara positiva, escoger para el código la serie de menor dilución y otra de mayor dilución para el código.

Fórmula para Calcular el valor de NMP:

$$\text{NMP/ 100 mL} = (\text{Valor NMP/100mL tabla}) \times 10/v(*)$$

(\*) Volumen de muestra inoculada en la primera dilución seleccionada.

#### 2.4.7 Métodos para determinar metales.

Para el análisis de estos parámetros, las muestras de agua superficial fueron enviadas al Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA-Lima, para lo cual las muestras estuvieron debidamente preservadas.

#### 2.4.8 Método para determinar el Caudal de Descarga (Área – Velocidad de Corriente).

Este método es utilizado para hallar el caudal en corrientes superficiales y canales abiertos. Para ello es necesario definir el área de la sección (A) y la velocidad promedio (V). El caudal se calcula como:

$$Q = A \cdot V$$

En la práctica el área transversal total de la corriente o canal se divide en pequeñas áreas seccionales y en cada una de estas áreas se determina el flujo o caudal parcial. El caudal total se obtiene sumando los caudales parciales. *(Ver anexo N°3. figura N° 01)*

Se midió directamente el caudal de descarga cada sábado de cada semana, considerando que es un día en que existe mayor consumo de agua por la población.

### 2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para el procesamiento y análisis de datos se usó el programa SPSS- statistic y los programas informáticos de Microsoft Office; para representar la información se utilizó programas de información geográfica como ArcView Gis 9.2 Gogle Heart.

La comparación de resultados, obtenidos en laboratorio, se hizo con los Estándares de Calidad Ambiental – ECAs, según el D. S. N° 002-2008-MIMAN y la Norma Ecuatoriana para los parámetros cuyos LMP no están contempladas en las normas peruanas (ECA y R.J.N°291-2009-ANA)

Además, se tomó en cuenta lo establecido en el Artículo 4 (Disposiciones sobre clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a su calidad), de la R.J N°0291- 2009-ANA, su según el cual los ríos Huallaga y Shanusi son de clase VI (Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial),y el río Parapapura es de clase II (Aguas de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación sedimentación, filtración y cloración, aprobado por el ministerio de salud).

#### **Análisis estadístico descriptivo.**

Se realizó un análisis de los datos obtenidos utilizando los siguientes parámetros estadísticos: media, mediana, máximos y mínimos, coeficiente de variación (heterogeneidad homogeneidad), desviación estándar, análisis de varianza (ANVA), este análisis se aplicó a los datos por estaciones y por épocas, el análisis de correlación de Pearson para determinar la intensidad de las relaciones existentes entre los indicadores, con el programa SPSS- statistic.

### 3.1. Resultados.

Se han obtenido datos de los análisis físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, en los meses de marzo a agosto de 2009.

También se obtuvieron datos de los análisis físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua de las quebradas Atun, Zamora, Aguamiro, y Mishuyacu a las cuales se vierte aguas residuales generadas por la población Yurimagüina; así como también del caudal de las dos primeras quebradas mencionadas, todo esto en el mes de diciembre 2009.

Así mismo, se comparó los datos (del muestreo de agua de los ríos) promediados por época lluviosa (3 muestreos) y seca (2 muestreos), con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la Resolución Jefatural N°0291-2009-ANA, los estándares nacionales de calidad para aguas (ECA<sub>S</sub>) y la Norma Ecuatoriana. Los datos obtenidos del muestreo de aguas de las quebradas se promediaron y compraron con los LMP arriba mencionados.

Se analizaron las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, así como también sus variaciones y relación durante los meses de estudio, también se analizaron las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, así como sus variaciones y; por último se determinó la distribución espacial de la variación de las concentraciones, por estaciones y épocas, de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi.

♣ **Del objetivo general y del primer objetivo específico.**

- **De la caracterización física química y biológica del agua de los ríos, por época lluviosa y época seca.**

Durante los meses de marzo a agosto 2009, se realizaron 6 monitoreos, de los cuales los tres primeros corresponden a la época lluviosa y los tres restantes a la época seca, en las 18 estaciones de muestreo.

Las dos primeras estaciones están ubicadas en el río Shanusi, en la parte media del río, la E-1 y E-2 se colocaron a 1500 m y 200m antes de su desembocadura al Huallaga, respectivamente.

La E-3 se ubicó en el río Huallaga a 1500 m antes de la desembocadura del Shanusi a este.

La E-4, E-6, E-8, E-10, E-12 y la E-14, fueron ubicados en el río Huallaga, a dos metros de la orilla.

La E-5, E-7, E-9, E-11, E-13, E-15, también fueron ubicados en la parte media del río Huallaga.

La E-16 fue ubicada en el río Huallaga a 1500m después de la desembocadura del Parapapura al mismo.

La E-17 y E-18, fueron ubicados en el río Parapapura, en la parte media del río. La E-17 fue ubicado a la altura de la caseta de captación de agua para ser potabilizada por la EPS Sedaloretto, a 200m antes de su desembocadura al Huallaga y, la E-18 se ubicó a 100m antes del colector del AAHH Natividad y Dolorosa.

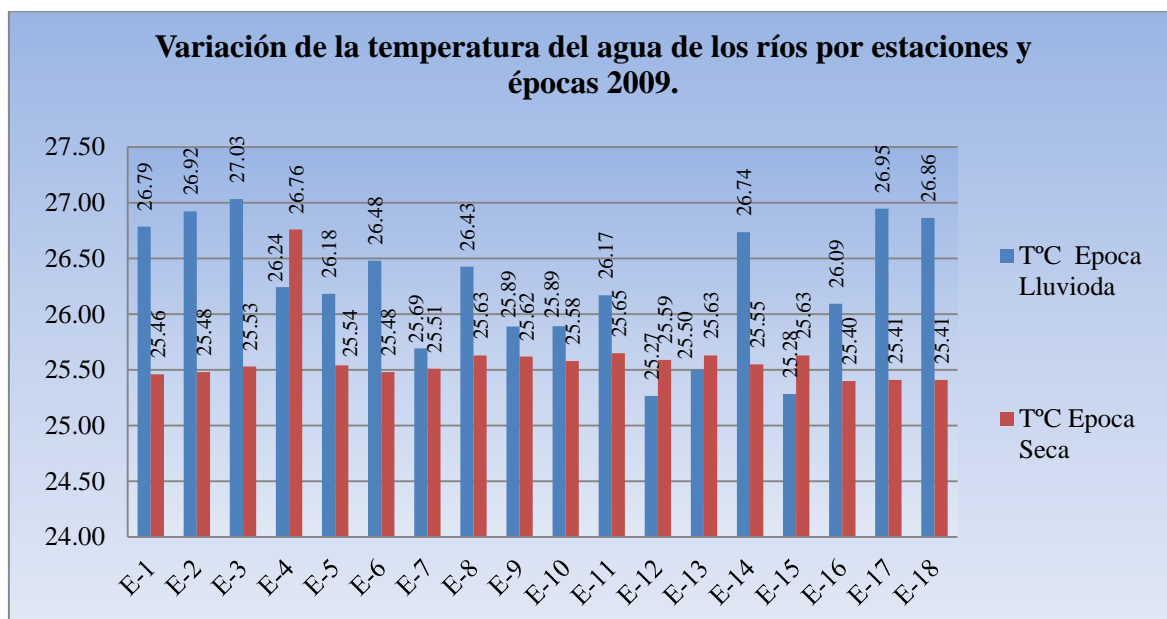
A continuación se presenta los resultados de la investigación.

**Tabla N° 12:** Valor promedio de los parámetros físicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas en época lluviosa y época seca y, su comparación con los ECAS, según los usos actuales del recurso.

PARAMETROS/ ESTACIONES	Temperatura (°C)		pH		Sólidos Totales Disueltos (mg/L)		Oxígeno Disuelto (mg/L)		Conductividad (uS/cm)		Turbiedad (NTU)	
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca
<b>R.J. Clase VI</b>	3 - Max 32*		6,5-8,5***		500***		4		-		-	
E-1	26,79	25,46	7,07	6,88	33,33	52,33	4,56	6,94	70,67	104,33	111,16	381,43
E-2	26,92	25,48	7,04	6,91	74,67	51,67	4,39	6,58	149,33	104,00	84,09	386,03
E-3	27,03	25,53	7,62	7,18	109,33	150,00	6,65	7,39	218,33	299,67	467,33	171,00
E-4	26,24	26,76	7,42	7,21	88,00	124,00	4,94	8,55	175,67	247,67	251,00	256,67
E-5	26,18	25,54	7,77	7,32	110,00	150,00	6,06	8,31	220,00	299,67	496,33	170,67
E-6	26,48	25,48	7,70	7,30	99,67	132,67	5,45	7,91	199,33	265,00	334,33	249,00
E-7	25,69	25,51	7,91	7,45	111,33	148,33	6,59	9,02	222,33	297,00	460,33	177,33
E-8	26,43	25,63	7,75	7,49	105,33	141,00	6,14	8,46	181,00	281,67	379,00	189,00
E-9	25,89	25,62	7,91	7,48	110,00	148,33	6,54	9,37	220,00	296,67	423,67	153,67
E-10	25,89	25,58	7,74	7,44	106,67	143,33	6,10	9,10	213,67	286,67	384,00	178,00
E-11	26,17	25,65	7,87	7,47	109,00	146,33	6,50	8,70	218,67	293,00	386,00	165,00
E-12	25,27	25,59	7,71	7,53	107,33	143,67	6,25	8,18	214,67	287,67	395,00	185,33
E-13	25,50	25,63	7,85	7,42	109,33	147,67	6,25	10,52	218,67	211,00	428,33	156,67
E-14	26,74	25,55	7,33	7,21	44,00	65,00	5,64	6,81	87,33	130,67	202,00	482,67
E-15	25,28	25,63	7,75	7,38	109,33	147,00	6,77	9,14	218,33	293,67	430,33	176,00
E-16	26,09	25,40	7,84	7,31	110,33	112,33	7,76	9,38	221,33	225,00	448,00	193,33
<b>R.J. Clase II</b>	-		5,5-9,0A2***		1000A2***		3,00		1600A2***		100A2***	
E-17	26,95	25,41	7,15	7,15	29,33	56,67	5,07	7,10	58,33	113,67	74,67	434,00
E-18	26,86	25,41	7,05	7,30	29,33	55,67	5,60	7,88	59,00	108,67	93,00	463,33
<	No detectados a valores menores											
	No supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA											
	Supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA											
	** R.J.-Clase IV-Referencial											
	***ECAS-D.S.N° 0002-2008-MINAM											
	* Norma Ecuatoriana- Referencial											

Fuente: Elaboración propia.2009

**Grafico N° 01: Variación de la Temperatura (°C) del agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y en época de seca. 2009**



*Fuente: Elaboración propia.2009*

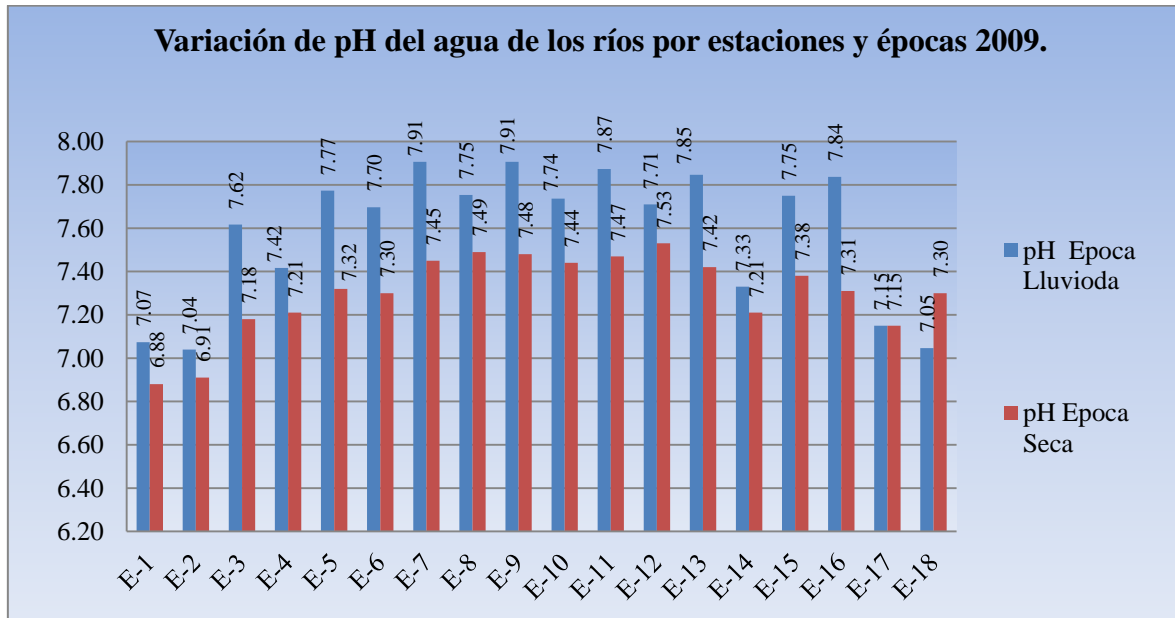
**Explicación:**

- ✓ **Temperatura:** Durante los monitoreos realizados en época lluviosa, los valores de temperatura registrados varían entre 25.27°C y 27.03°C correspondiendo el mayor registro a la estación N° 3 (A 1000m. aguas arriba de la desembocadura del río Shanusi en el río Huallaga. En la parte media del río.) y el menor a la estación N°12 (500 m. antes de la desembocadura del río Parapapura en el río Huallaga (a la altura de calle 15 de agosto cuadra N° 1), a 20 m. de la orilla de la margen izquierda del río), Mientras que para la época seca, los valores de temperatura varían entre 25.40°C y 25.76°C, correspondiendo el menor registro a la Estación N° 16 (1000 m. aguas abajo de la desembocadura del río Parapapura en el río Huallaga, 300 m. de la orilla de la margen izquierda de este último.) y el mayor a la Estación N° 4 (Puerto la Ramada (margen izquierda del río Huallaga). 5 m. aguas abajo del desagüe, a 2 metros de la orilla .). Todos los valores fueron registrados en horas de la mañana (7:00 a.m. a 9:30 a.m.). Cabe precisar que tanto la R.J, como los ECAs no establecen valores de referencia para este parámetro, sin embargo, la Norma Ecuatoriana lo establece sólo para la Clase VI (+3° C – máximo 32° C), encontrando así que tanto



para época lluviosa como para la época seca los valores de temperatura se encuentran dentro de lo LMP, en todas las estaciones.

**Grafico N° 02: Variación del pH del agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y seca 2009.**

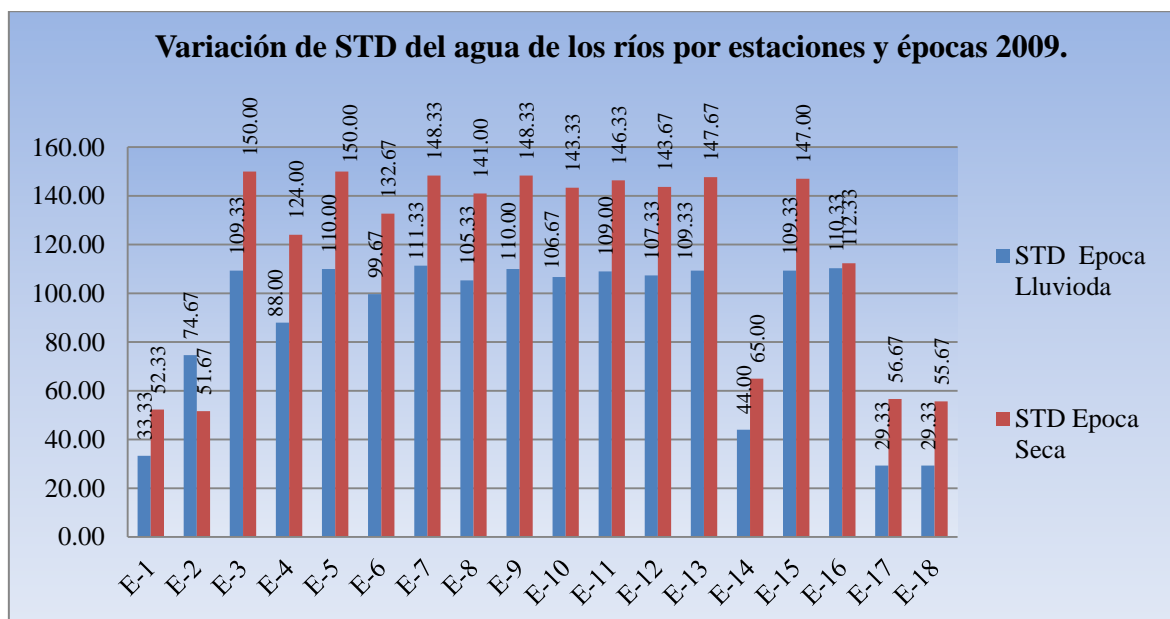


**Fuente: Elaboración propia.2009**

**Explicación:**

- ✓ **pH:** El pH registró valores entre 7.04 como mínimo en la E-2 (A 100m. Aguas arriba del río Shanusi desde su desembocadura en el río Huallaga. En la parte media del río.) y 7.91 como máximo en la E-9 (a 300 m. de la orilla del puerto Garcilazo, en dirección a la primera escalera de concreto.) en época lluviosa y, de 6.88 como mínimo en la E-1 (A 1500m. Aguas arriba del río Shanusi desde su desembocadura en el río Huallaga. En la parte media del río) y 7.53 como máximo en la E-12 (500 m. antes de la desembocadura del río Parapapura en el río Huallaga (a la altura de calle 15 de agosto cuadra N° 1), a 20 m. de la orilla de la margen izquierda del río.) en época seca. Estos valores se encuentran dentro del rango límite establecido por los ECAS para los cuerpos de agua de Clase VI y II. Notamos además, que el agua del río Huallaga tiende ligeramente a la acidez en época seca, así también encontramos que el agua del río Shanusi es más ácida en época seca que en la época lluviosa y el agua del río Parapapura es ligeramente más ácida en época lluviosa que en la seca.

**Grafico N° 03: Variaciones de sólidos totales disueltos en el agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y seca 2009.**

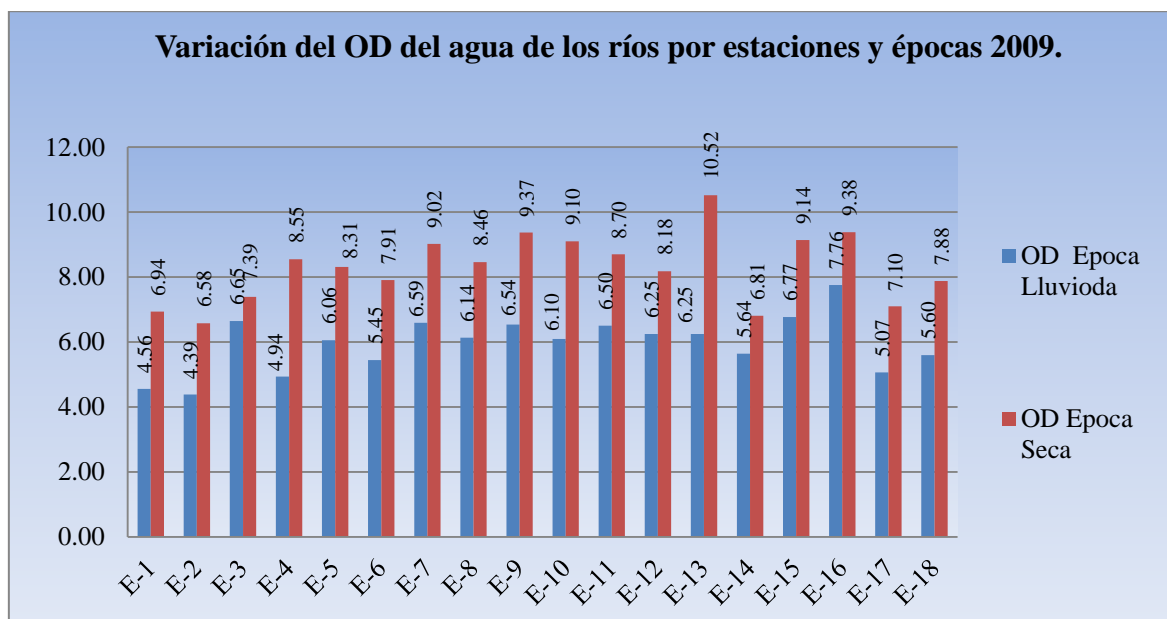


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ **Sólidos Totales Disueltos:** Existe una mayor concentración de STD en la época seca que en la época lluviosa, observando mayor variación del mismo entre la época lluviosa y la época seca en los ríos Shanusi y Paranapura. Los valores registrados no superan los LMP establecidos en los ECAs, Categoría 1- Subcategoría A2 y Categoría 4.

**Grafico N° 04: Variaciones de oxígeno disuelto en el agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y seca.2009**

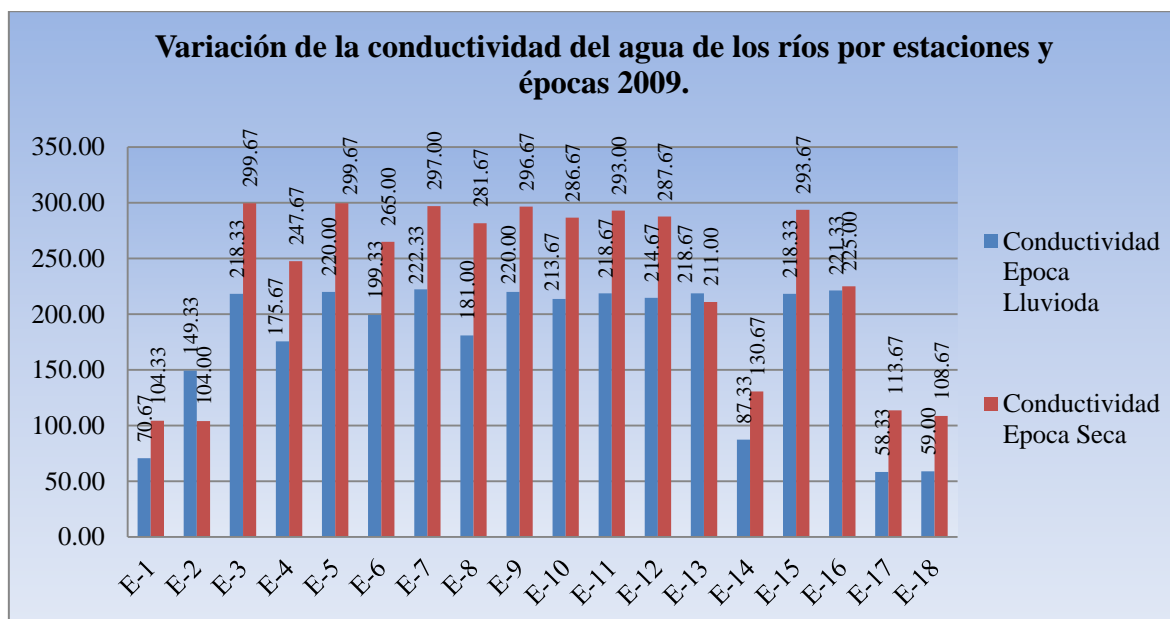


**Fuente:** *Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ **Oxígeno Disuelto:** los valores de oxígeno disuelto; para todas las estaciones de muestreo, en las dos épocas del año; se encuentran por encima del límite mínimo permisible establecido en la R.J N° 0291-2009-ANA para la Clase VI y II, cumpliendo así con esta norma. La concentración de oxígeno disuelto para la época lluviosa registró valores entre 4.39 mg/L y 6.77 mg/L, correspondiendo el menor valor registrado a la estación N°2 (ubicado en el río Shanusi) y el mayor a la Estación N°15 (ubicado en el río Huallaga). Para la época seca se registró valores entre 6.58 mg/L y 10.52 mg/L, correspondiendo el menor valor a la Estación N°2 y el mayor a la Estación N°13(ubicado en el río Huallaga en la parte media del río).Con respecto al valor mínimo establecido por la R.J. ( de 4 y 3 mg/L para la Clase VI y II respectivamente), se indica que los ríos evaluados presentan una buena oxigenación explicado en parte por la turbulencia de las aguas, esto es confirmado por las características observadas en campo. Además se observó que el río Shanusi presenta menor oxigenación que el río Parapapura y esta a su vez presenta menor oxigenación que el río Huallaga. Cabe mencionar que hay una mayor oxigenación de los ríos en la época seca y mayor oxígeno disuelto en la parte media del río Huallaga.

**Grafico N°05: Variación de la conductividad del agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y seca.2009**

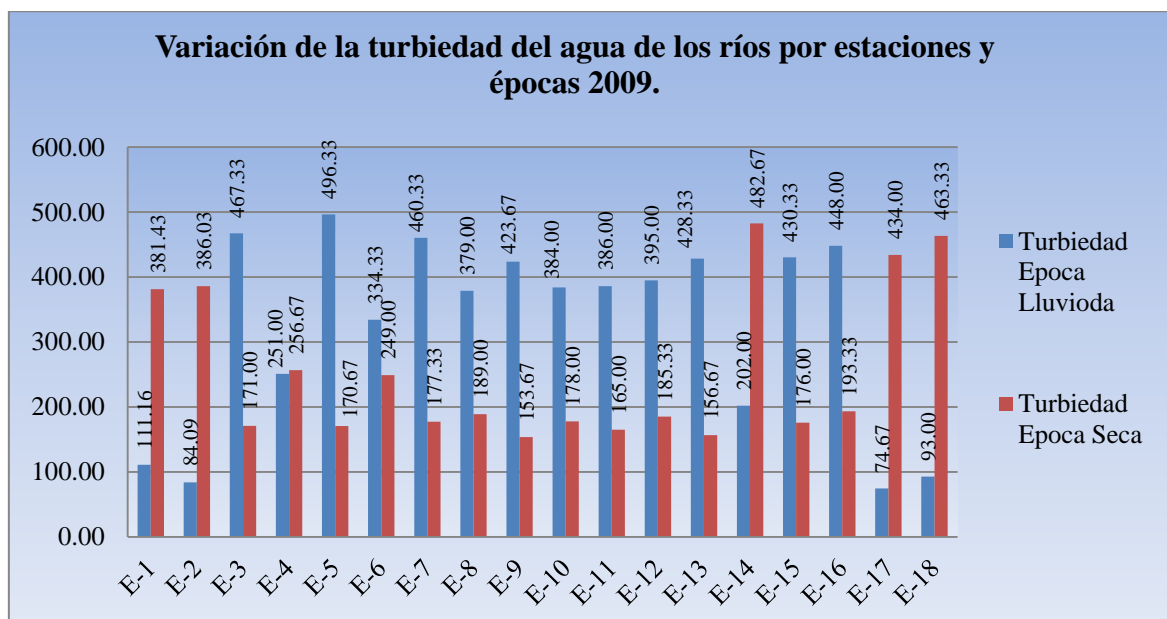


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ **Conductividad:** Respecto a la conductancia, ésta presentó valores de 58.33 µS/cm (mínimo) y 222.33 µS/cm (máximo) en época lluviosa. El primer valor se registró en la estación N° 17(río Parapapura, en la parte media del río a 200m antes de su desembocadura al Huallaga) y el segundo en la estación N°7(en el río Huallaga en la parte media del rio). En la época seca se registraron valores mayores a la encontrada en la época lluviosa, así tenemos que en la estación N° 2 se registró 104.33 µS/cm (como mínimo) y 299.67 µS/cm (como máximo), registrado en la estación N°3. Los valores no sobrepasan los LMP establecido en los ECAS, para aguas de Categoría I y Clase II (R.J N° 291-2009-ANA)

**Grafico N° 06: Variación de la turbiedad del agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y seca 2009.**



*Fuente: Elaboración propia.2009*

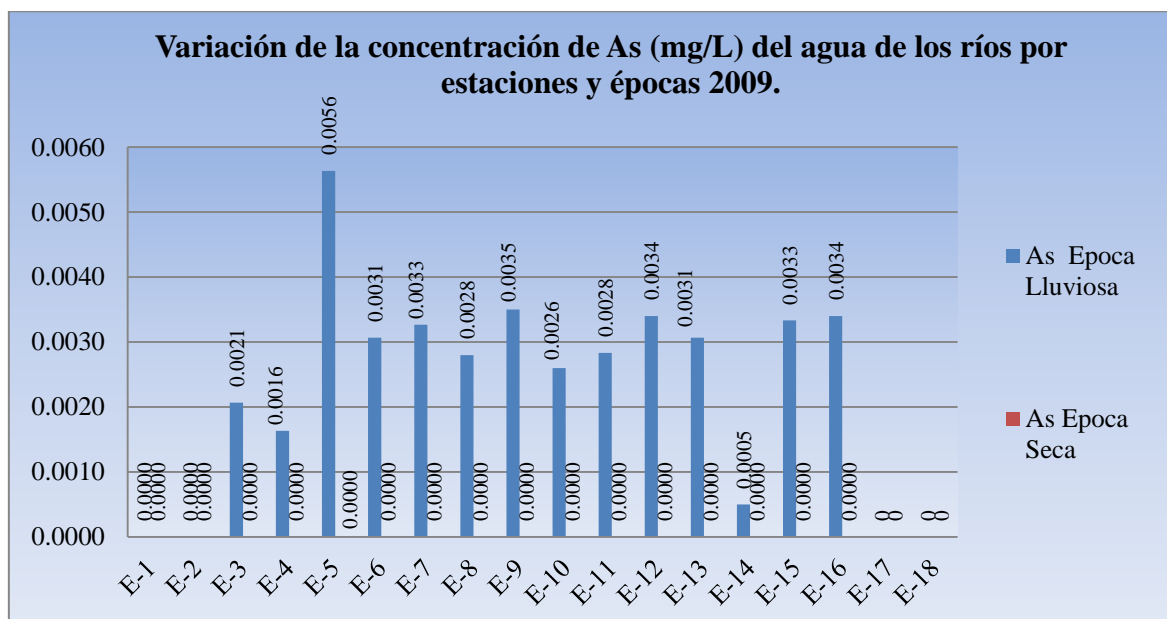
**Explicación:**

- ✓ **Turbiedad:** En las estaciones N° 17 y N° 18 los valores de turbiedad superan los LMP establecido en los ECAs para aguas -Categoría I, en la época seca. Se observó que tanto en el río Shanusi como en el río Parapura los valores de la turbiedad son mucho mayores en la época seca que en la época lluviosa.

**Tabla N° 13:** Valor promedio de los parámetros químicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas en época lluviosa y época seca y, su comparación con los ECAS, según los usos actuales del recurso.

Parámetros/ Estaciones	As mg/L		Cd mg/L		Cu mg/L		Cr mg/L		Fe mg/L		Mn mg/L		Hg mg/L		Pb mg/L		Zn mg/L		A y G* mg/L		TPH mg/L	
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca
R.J. Clase VI	0,05		0,004		0,02***		0,05		0,3*		0,1*		0,0002		0,03		0,3***		0,2**		0,5*	
E-1	<0,0005	<0,0005	<0,01	<0,01	<0,004	<0,004	<0,028	0,028	2,04	3,23	0,053	0,290	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,033	0,0183	0,052	<1,8	<1,8	<0,06	<0,06
E-2	<0,0005	<0,0005	<0,01	<0,01	0,005	<0,004	<0,028	0,028	1,726	3,045	0,038	0,249	<0,00011	<0,00011	0,027	0,034	0,030	0,067	...	...	...	...
E-3	0,0021	<0,0005	<0,01	<0,01	0,019	<0,004	<0,028	0,028	13,653	3,97	0,251	0,127	<0,00011	<0,00011	0,026	<0,025	0,095	0,028	<1,8	<1,8	<0,06	...
E-4	0,0016	<0,0005	<0,01	<0,01	0,010	<0,004	<0,028	0,028	7,830	4,39	0,126	0,173	<0,00011	<0,00011	0,026	0,025	0,039	0,035	...	...	...	...
E-5	0,0056	<0,0005	<0,01	<0,01	0,021	0,008	<0,028	0,028	14,080	3,68	0,262	0,111	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,027	0,095	0,022	...	...	...	...
E-6	0,0031	<0,0005	<0,01	<0,01	0,013	<0,004	<0,028	0,028	10,763	4,93	0,180	0,179	<0,00011	<0,00011	<0,025	<0,025	0,064	0,023	<1,8	...	...	...
E-7	0,0033	<0,0005	<0,01	<0,01	0,020	0,004	<0,028	0,028	14,937	4,76	0,251	0,114	<0,00011	<0,00011	<0,025	<0,025	0,119	0,017	...	...	...	...
E-8	0,0028	<0,0005	<0,01	<0,01	0,019	<0,004	<0,028	0,028	13,143	4,12	0,224	0,122	<0,00011	<0,00011	<0,025	<0,025	0,072	0,015	...	...	...	...
E-9	0,0035	<0,0005	<0,01	<0,01	0,018	<0,004	<0,028	0,028	12,453	2,975	0,230	0,062	<0,00011	<0,00011	<0,025	<0,025	0,064	0,016	<1,8	...	<0,06	<0,06
E-10	0,0026	<0,0005	<0,01	<0,01	0,018	<0,004	<0,028	0,028	12,170	4,345	0,223	0,121	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,025	0,060	0,017	...	...	...	...
E-11	0,0028	<0,0005	<0,01	<0,01	0,019	<0,004	<0,028	0,028	12,837	2,74	0,224	0,057	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,028	0,068	0,033	...	...	...	...
E-12	0,0034	<0,0005	<0,01	<0,01	0,019	<0,004	<0,028	0,028	12,640	4,34	0,220	0,111	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,028	0,092	0,020	...	...	...	...
E-13	0,0031	<0,0005	<0,01	<0,01	0,019	<0,004	<0,028	0,028	14,143	3,44	0,231	0,069	<0,00011	<0,00011	<0,025	<0,025	0,070	0,017	...	...	...	...
E-14	0,0005	<0,0005	<0,01	<0,01	0,012	0,008	<0,028	0,032	8,080	2,39	0,120	4,622	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,026	0,042	0,050	...	...	...	...
E-15	0,0033	<0,0005	<0,01	0,011	0,019	0,008	<0,028	0,028	11,230	3,59	0,230	0,072	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,044	0,071	0,020	...	...	...	...
E-16	0,0034	<0,0005	<0,01	<0,01	0,022	0,008	0,028	0,028	13,990	1,749	0,265	0,138	<0,00011	<0,00011	<0,025	<0,025	0,085	0,016	<1,8	<1,8	<0,06	<0,06
R.J. Clase II	0,1		0,01		1,0		0,05		1,0 A2***		0,4 A2***		0,002		0,05		5,0		1,5		0,2A2***	
E-17	<0,0005	<0,0005	<0,01	<0,01	0,005	0,010	<0,028	0,037	1,943	6,115	0,031	5,200	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,031	0,028	0,063	<1,8	<1,8	<0,06	<0,06
E-18	<0,0005	<0,0005	<0,01	<0,01	0,005	0,013	<0,028	0,034	3,283	6,565	0,054	4,553	<0,00011	<0,00011	<0,025	0,030	0,030	0,059	<1,8	<1,8	<0,06	<0,06
<	No detectados a valores menores																					
	No supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA																					
	Supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA																					
	** R.J.-Clase IV-Referencial																					
	***ECAS-D.S.N° 0002-2008-MINAM																					
	* Norma Ecuatoriana- Referencial																					

**Grafico N° 07: Variación de la concentración de As (mg/l) en el agua de los ríos evaluados por estaciones y por épocas. 2009**

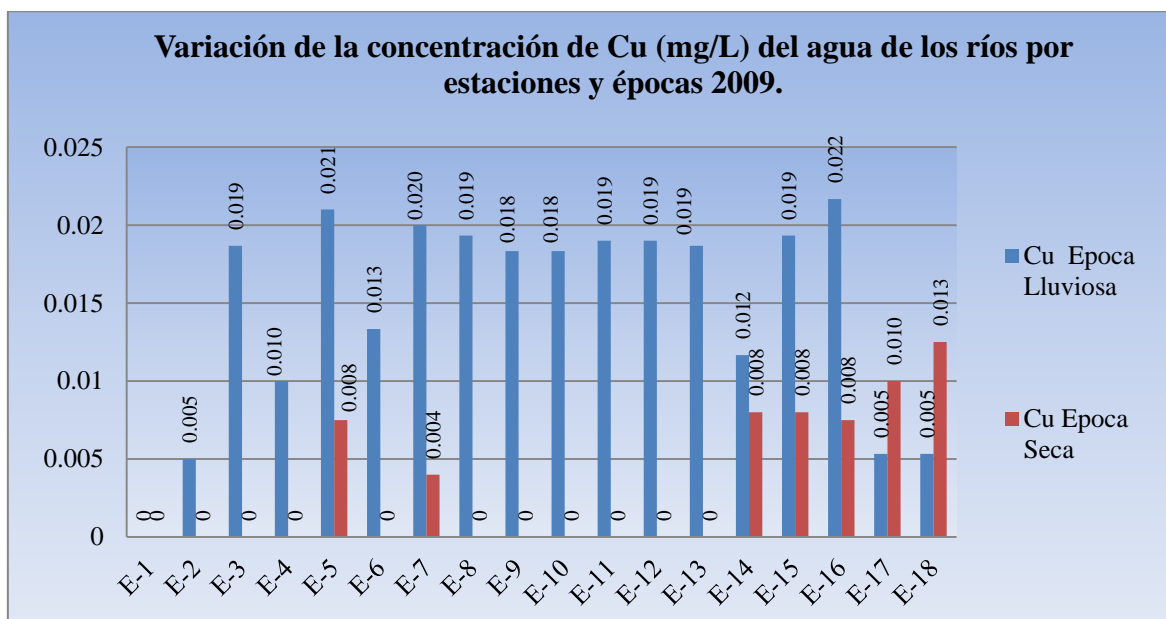


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ Para la época lluviosa, el valor máximo de **Arsénico (As)** fue de 0.0056mg/L, superando el LMP establecido en la R.J. (0,056) mientras que en la época seca, los valores están por debajo del límite de detección del método de análisis del laboratorio, los cuales no sobrepasan el valor límite (0,05 mg/l) y (0,01) establecido en la R.J. N°0291-2009-ANA para la Clase VI y II, respectivamente, cumpliendo con ésta norma.
- ✓ Las concentraciones de **Cadmio (Cd)** no se puede evaluar por que el LDM del laboratorio es mayor al valor límite establecido en la R.J. N°0291-2009-ANA para la Clase VI, en ambas épocas y, para la Clase II las concentraciones de **Cadmio (Cd)** son menores al valor límite (0,01mg/l) establecido de la R.J. N°0291-2009-ANA, cumpliendo con esta norma en las dos épocas del año.

**Gráfico N° 08: Variación de la concentración de Cu (mg/L) en el agua de los ríos evaluados por estaciones en época lluviosa y seca. 2009**



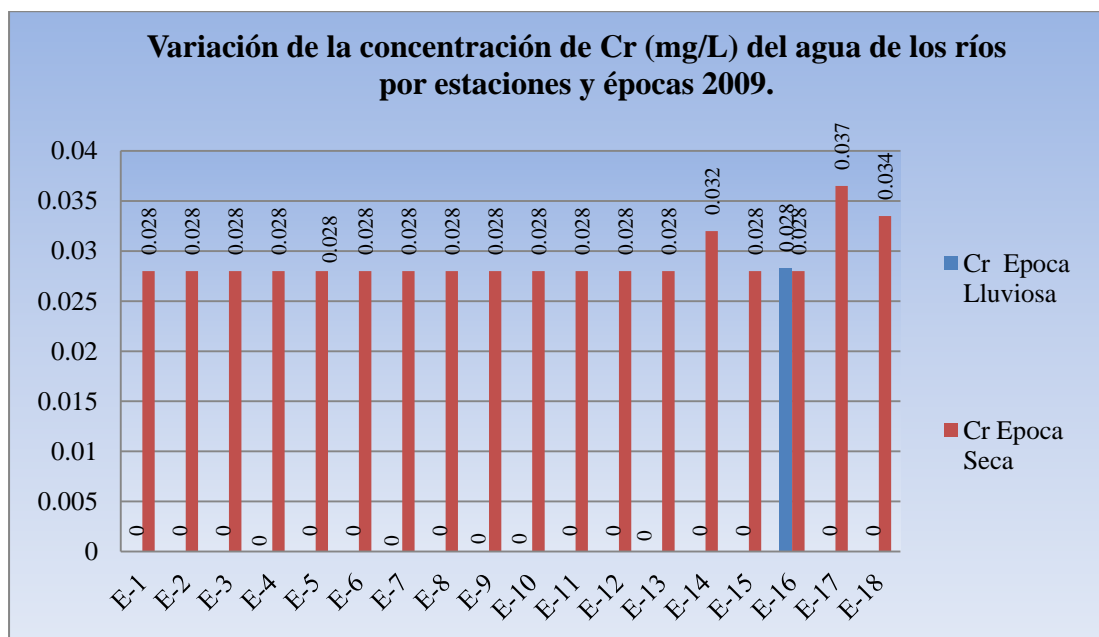
*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ En la época lluviosa los valores de **Cobre (Cu)** fluctuaron entre 0.022 mg/l y 0.005mg/l, mientras que en la época seca los valores fluctuaron entre 0.013 mg/l y 0.008 mg/l. Las concentraciones de **Cobre (Cu)** son mayores al valor límite (**0,02 mg/l**) establecidos en los estándares de calidad en las estaciones N° 5 y N° 16, en la época lluviosa.



**Gráfico N° 09: Variación de la concentración de Cr (mg/L) en el agua de los ríos evaluados por estaciones y por épocas. 2009**

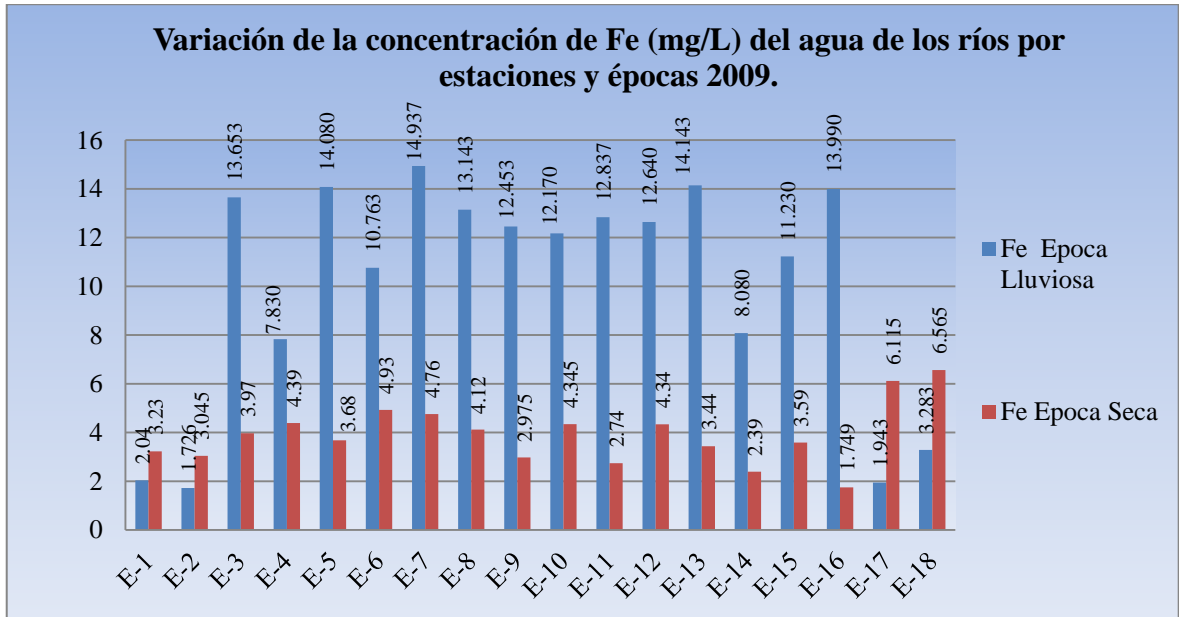


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ Los niveles de **Cromo (Cr)**, en la época lluviosa, estuvieron por debajo del límite de detección del método de análisis del laboratorio, a excepción del valor registrado en la estación N° 16; mientras que en la época seca los valores fluctuaron 0.037 mg/l y 0.028 mg/l. estos valores se encuentran por debajo del valor límite establecido en la R.J. para la Clase II y VI.

**Grafico N° 10: Variación de la concentración de Fe (mg/L) en el agua de los ríos evaluados por estaciones y por épocas. 2009**

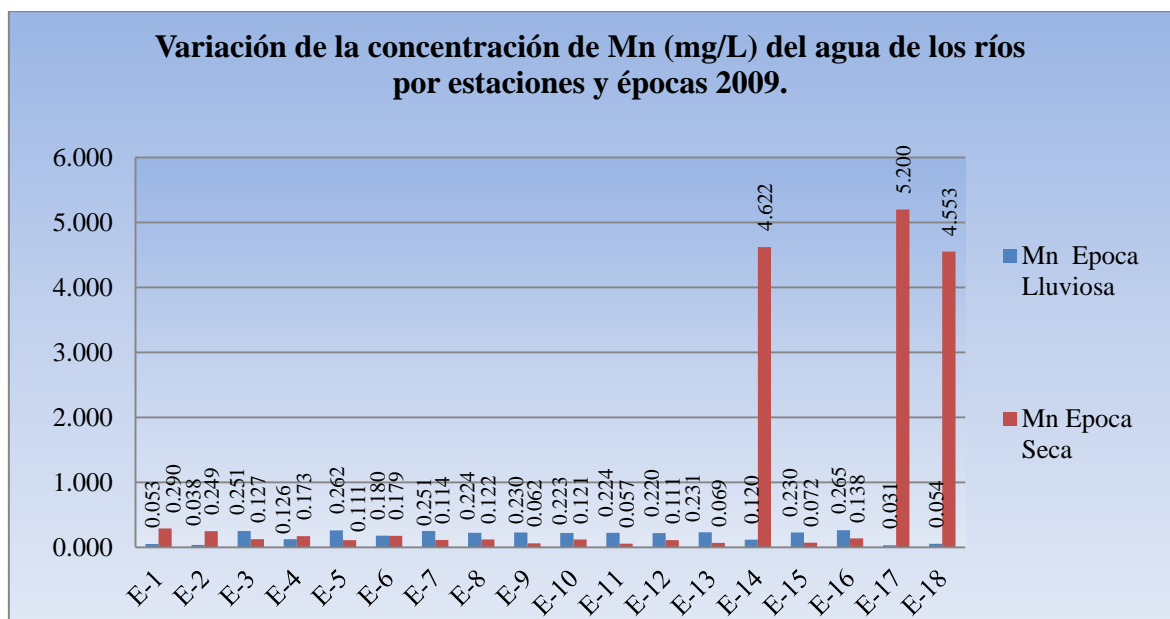


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ Los niveles de **Hierro (Fe)** registrados en la época lluviosa y seca, se encuentran por encima de los estándares nacionales (ECA para la Categoría 1 - Subcategoría A2) y de la Norma Ecuatoriana (para la Clase VI), en todas las estaciones de muestreo. La concentración de Hierro en el agua es superior en época lluviosa y en el río Huallaga; mientras que en época seca la concentración es mayor en el río Paranaupura.

**Grafico N° 11: Variación de la concentración de Mn (mg/L) en el agua de los ríos evaluados por estaciones y por épocas. 2009**

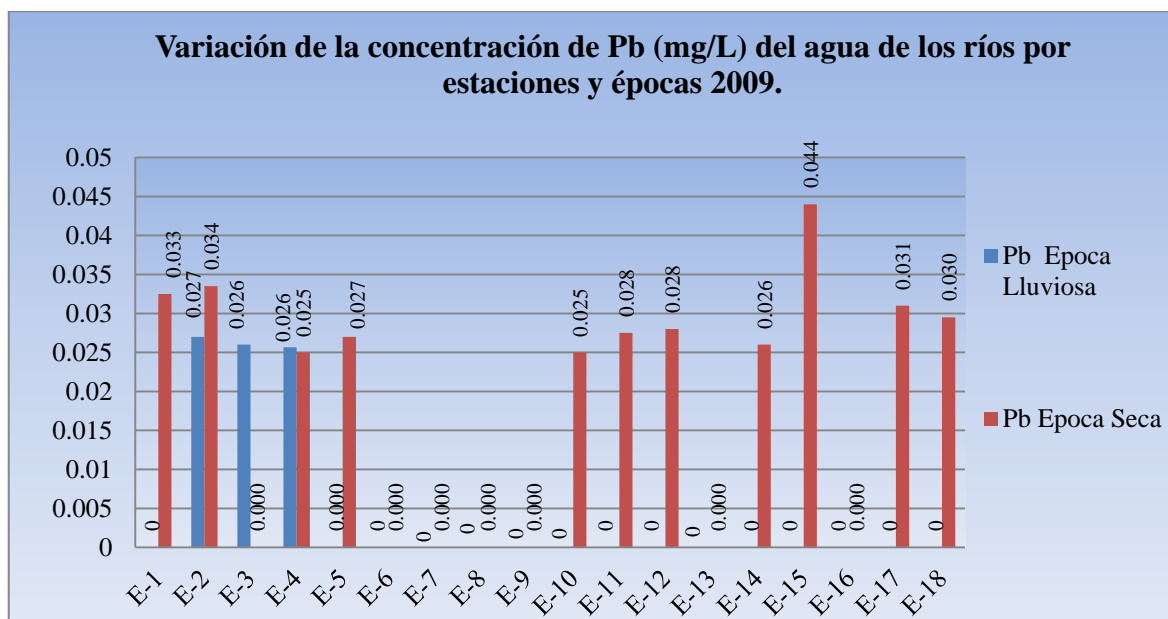


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ La concentración de **Manganeso (Mn)** en todas las estaciones de muestreo ubicado a lo largo del río Huallaga superan los límites máximo permisibles de la Norma Ecuatoriana para la Clase VI (0.1 mg/l) en la época lluviosa. Mientras que en la época seca la concentración de Manganeso supera el valor límite de la Norma Ecuatoriana para la Clase VI, en las estaciones N° 1 al N° 08 y N° 10, N° 12, N° 14 Y N° 16 y; los ECAS para la Clase II, Categoría 1-subcategoría A2 (0.4 mg/l), en las estaciones ubicadas en el río Parapapura.
  
- ✓ La concentración de **Mercurio (Hg)** está por debajo del límite de detección del método de análisis del laboratorio en todas las estaciones de muestreo y en las dos épocas del año y no supera el valor límite establecido en la R.J para la Clase VI y II

**Grafico N° 12: Variación de la concentración de Pb (mg/L) en el agua de los ríos evaluados por estaciones y por épocas. 2009**

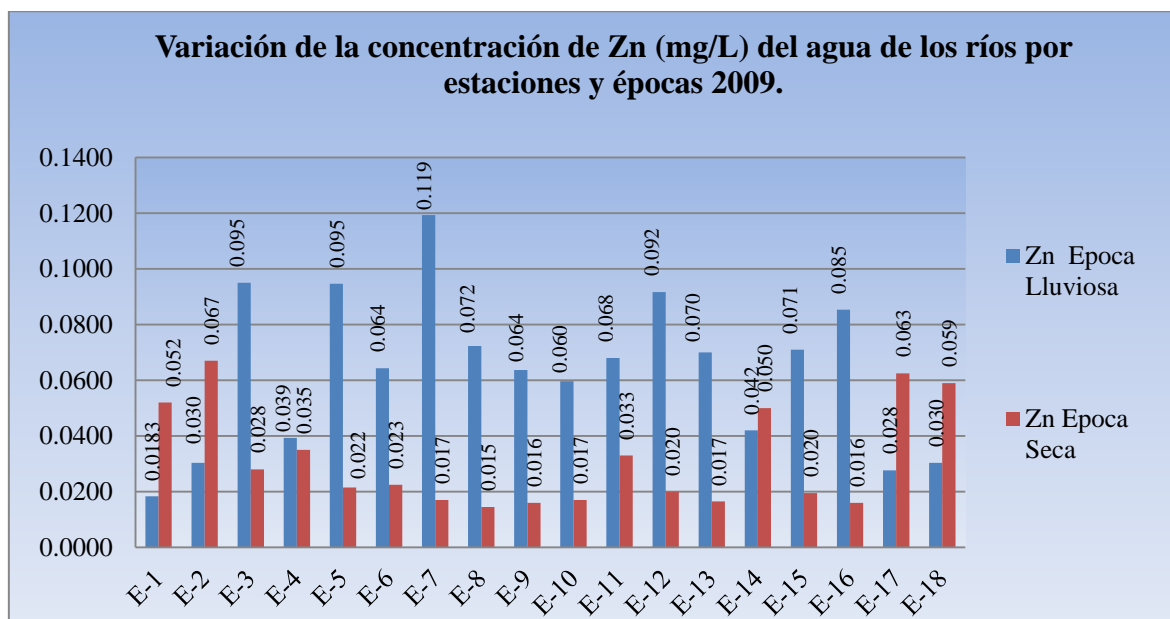


*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ Para la época lluviosa, los niveles de **Plomo (Pb)** fluctúan entre 0.026 mg/l y 0.027 mg/L., mientras que para la época seca los niveles de **Plomo (Pb)** fluctúan entre 0.044 mg/l y 0.025 mg/L. En las estaciones N°1, N°2 y N°15 y N°17 estos valores se encuentran por encima del valor límite establecido por la R.J. para la Clase VI y II, no cumpliendo con la norma.

**Grafico N° 13: Variación de la concentración de Zn (mg/L) en el agua de los ríos evaluados por estaciones y por épocas. 2009**



*Fuente: Elaboración propia.2009*

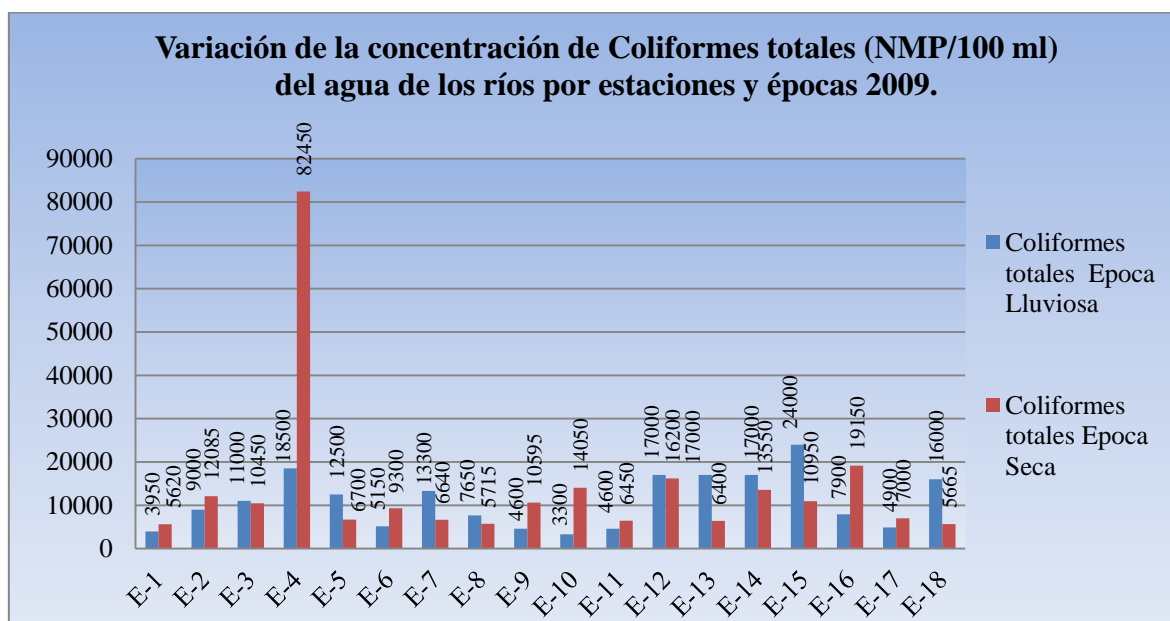
**Explicación:**

- ✓ En la época húmeda, los niveles de **Zinc (Zn)** fluctúan entre 0,119 y 0,018 mg/L, asimismo, los niveles en la época seca fluctúan entre 0,067 y 0,015 mg/L. Estos valores se encuentran muy por debajo de los valores límites establecidos por los ECAS para aguas de Clase VI (0.3 mg/L) y por la R.J. para la Clase II (5 mg/l).
- ✓ Las concentraciones de **Aceites y Grasas (A y G)** no se puede evaluar por que el límite de detección del método del laboratorio es mayor al valor límite establecido en la Norma Ecuatoriana para la Clase IV y la R.J.N° 0291-2009-ANA y Clase IV, tomado como referencia..
- ✓ Las concentración de **Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)** son menores al límite máximo permisible (0.5 mg/l) de la Norma Ecuatoriana, tomado como referencia y los ECAS, Categoría 1, sub categoría A2 (0,2 mg/l).

**Tabla N° 14:** Valor promedio de los parámetros biológicos del agua de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas en época lluviosa y época seca.

PARAMETROS / ESTACIONES	Colif. Totales 35° C (NMP/100ml)		Colif. Fecales 44.5° C (NMP/100ml)		E. Coli 44.5° C (NMP/100ml)	
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca
<b>R.J. Clase VI</b>	20 000		4 000		—	
E-1	3 950	5 620	1 807,5	2 515	1 015	55,9
E-2	9 000	12 085	1 375	2 235	284,5	20,9
E-3	11 000	10 450	5 432,5	8 165	1 235	861,5
E-4	18 500	82 450	47 025	81 400	4 015	711,5
E-5	12 500	6 700	3 625	3 650	1663,5	471,5
E-6	5 150	9 300	5 225	8 100	2 350	24,4
E-7	13 300	6 640	13 205	6 610	3 500	17,4
E-8	7 650	5 715	2 807,5	3 715	1 365	75,9
E-9	4 600	10 595	3 245	4 093,3	700	427,3
E-10	3 300	14 050	10 475	12 866,7	2 300	873,9
E-11	4 600	6 450	3 600	3 633,3	3 500	1 368,9
E-12	17 000	16 200	10 800	13 966,7	790	3 202,6
E-13	17 000	6 400	2 800	3 000	1 100	567,9
E-14	17 000	13 550	2 600	3 100	920	136,5
E-15	24 000	10 950	5 766,7	7 550	540	561,5
E-16	7 900	19 150	12 400	18 050	790	550,9
<b>R.J. Clase II</b>	20 000		4 000		0 ***	
E-17	4 900	7 000	2 776,7	3 850	240	1 750,9
E-18	16 000	5 665	4 943,3	5 665	1600	350,9
<	No detectados a valores menores					
	No supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA					
	Supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA					
	** R.J.-Clase IV-Referencial					
	***ECAS-D.S.N° 0002-2008-MINAM					
	* Norma Ecuatoriana- Referencial					

**Grafico N° 14: Variación de la concentración de Coliformes totales (NMP/100ml) presentes en el agua de los ríos evaluados en época lluviosa y época seca. 2009**

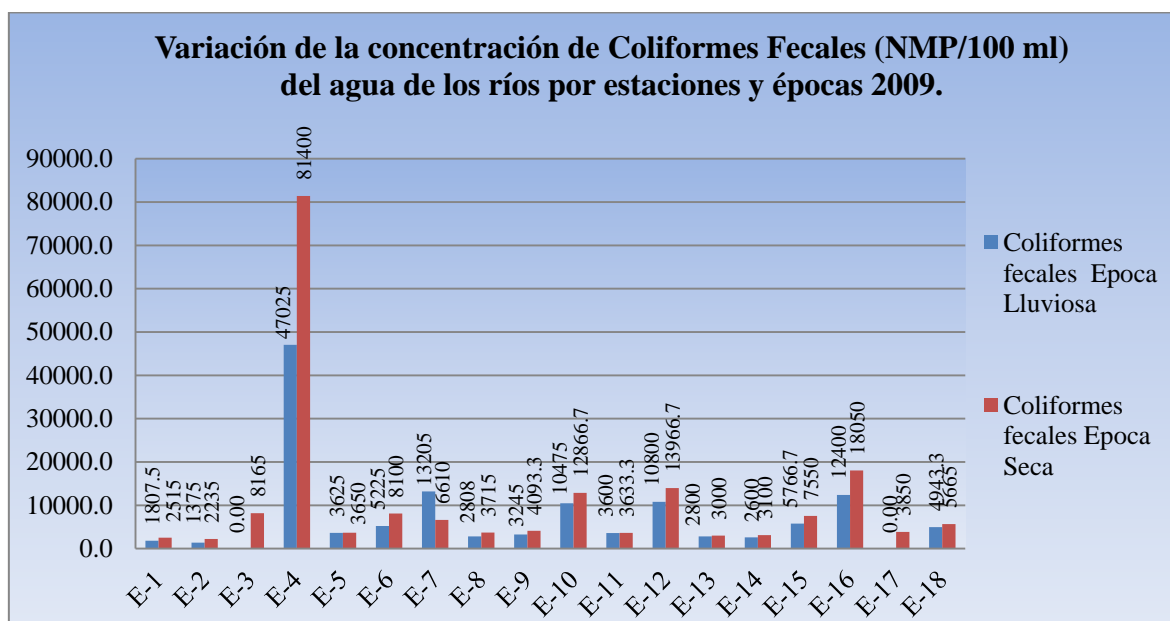


**Fuente:** Elaboración propia.2009

**Explicación:**

- ✓ **Coliformes totales:** De acuerdo con el análisis de Coliformes totales, las estaciones monitoreadas para la época lluviosa registraron valores que fluctuaron entre 3300 NMP/100 ml y 24000 NMP/100 ml mientras que para la época seca los valores fluctuaron entre 5665 NMP/100 ml y 82450. NMP/100 ml. En la época húmeda y seca se registraron valores por debajo de los límites establecidos por la R.J. para los cuerpos de agua de Clase VI y Clase II a excepción de la estación N° 15y N°4; que se registró un valor de 24000 NMP/100 ml y 82450 NMP/100 ml respectivamente.

**Grafico N° 15: Variación de la concentración de Coliformes fecales (NMP/100ml) presentes en el agua de los ríos evaluados en época lluviosa y época seca. 2009**



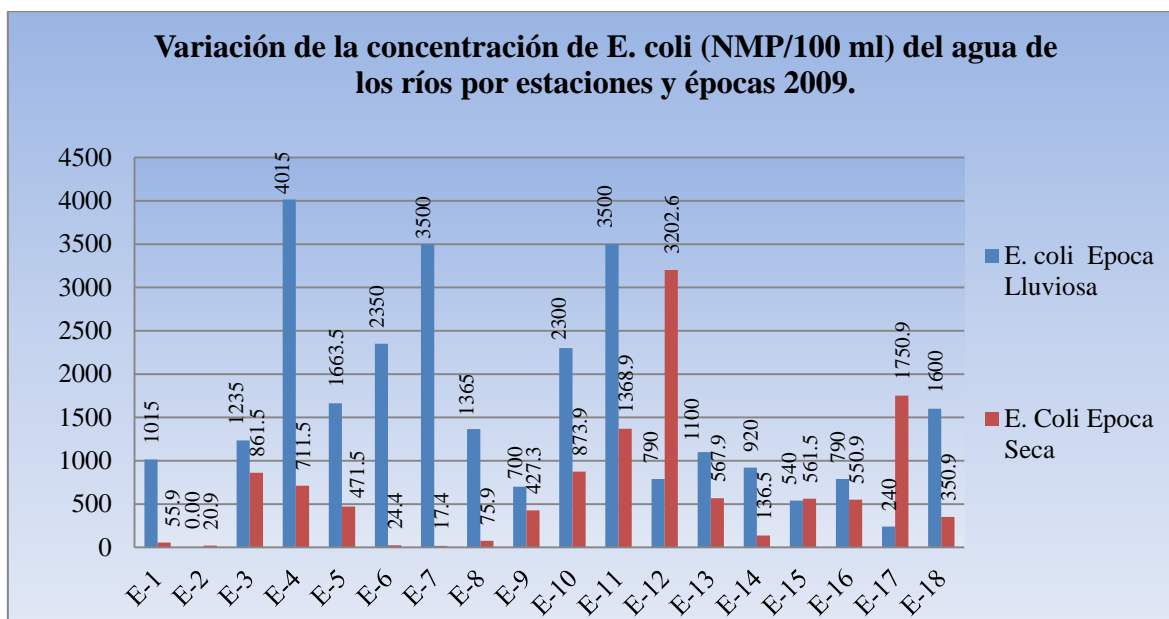
*Fuente: Elaboración propia.2009*

**Explicación:**

- ✓ **Coliformes fecales:** Según los análisis de coliformes fecales, los ríos evaluados para la época húmeda registraron valores entre 1375 NMP/100 ml y 47025 NMP/100 ml, mientras que para la época seca los valores fluctuaron entre 2235 NMP/100 ml y 81400 NMP/100 ml. Observamos que existe contaminación en 7 estaciones de muestreo tanto en época lluviosa como en seca, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos por la R.J. para los cuerpos de agua de Clase II y VI (4 000 NMP/100 ml).



**Gráfico N° 16: Variación de la concentración de E. Coli (NMP/100ml) presente en el agua de los ríos en época lluviosa y época seca. 2009**



**Fuente:** Elaboración propia.2009

**Explicación:**

- ✓ **E. coli:** los ECAs, la R.J. y la Norma Ecuatoriana no contempla el LMP para este parámetro en la Clase Vi, mientras que en la clase LMP es 0UMp/100ml, superando así el valor límite de los ECAs en las estaciones de muestreo N°17 y N°18 tanto en época Lluviosa como en Seca.

- De la variación de los valores de los parámetros evaluados en todos los muestreos, en época lluviosa y época seca.

**Tabla N°04** Análisis estadístico descriptivo, del promedio total de muestreos en época lluviosa, de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi, en las 18 estaciones de muestreo.

Variable	Estadígrafo								
	n	Máximo	Mínimo	Rango	Promedio	Varianza	Desv. Estándar	Error estándar	Coef. de Variación
Turbiedad (NTU)	54	788.00	26.98	761.02	324.9211	39802.793	199.5064	27.1494	61.4015
Oxígeno Disuelto (mg/L)	54	12.25	2.43	9.82	5.9574	10.084	3.1756	0.4321	53.3047
pH	54	8.57	6.50	2.07	7.5813	0.2911	0.5396	0.0734	7.1171
Temperatura (°C)	54	29.65	24.77	4.88	26.2452	1.129	1.0625	0.1446	4.0483
Conductividad $\mu$ S/cm	54	250	56	194	175.93	4390.183	66.2585	9.0166	37.6627
Sólidos totales disueltos (mg/L)	54	125	28	97	88.69	1091.465	33.0373	4.4958	37.2524
As (mg./L)	54	0.0084	0.0005	0.0079	.002394	4.678E-06	0.0022	0.0003	90.3239
Cu (mg./L)	54	0.036	0.004	0.0320	.01489	0.0001	0.0073	0.0010	49.3324
Fe (mg./L)	54	20.16	0.798	19.362	10.05237	29.382	5.4205	0.7376	53.9224
Mn (mg./L)	54	0.321	0.017	0.304	0.1785	0.0082	0.0905	0.0123	50.6893
Pb (mg./L)	54	0.031	0.025	0.006	0.0252	8.823E-07	0.0009	0.0001	3.7268
Zn (mg./L)	54	0.206	0.011	0.195	0.0635	0.0015	0.0383	0.0052	60.3453
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	26	24000	2300	21700	10707.69	4.940E+07	7028.5090	1378.4040	65.6398
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	26	35000	240	34760	4202.31	5.983E+07	7734.8419	1516.9273	184.0618
Escheriche Coli (NMP/100 ml)	26	7900	27	7873	1666.769	3.109E+06	1763.3305	345.8176	105.7933

**n:** número de datos.

### Interpretación:

Los valores registrados para el pH, la temperatura y el plomo en los 3 muestreos y en todas las estaciones fueron homogéneos, mientras que para los demás parámetros los valores registrados fueron heterogéneos. El coliforme fecal es el que presentó la mayor fluctuación, seguida de la Escherichia Coli, el Arsénico (As), Coliforme Total y el plomo (Pb) la menor.

**Tabla N°05** Análisis estadístico descriptivo, del promedio total de muestreos en época seca, de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi, en las 18 estaciones de muestreo.

Variable	Estadígrafo								
	n	Máximo	Mínimo	Rango	Promedio	Varianza	Desv. Estándar	Error estándar	Coef. de Variación
Turbiedad (NTU)	54	1000	37.1	962.90	253.8406	65240.144	255.4215	34.75846	100.6228
Oxígeno Disuelto (mg/L)	54	14.53	2.76	11.77	8.3137	13.154	3.62687	0.4936	43.6251
pH	54	7.92	6.41	1.51	7.3067	0.0943	0.307	0.0418	4.2021
Temperatura (°C)	54	27.62	22.98	4.64	25.5469	1.229	1.1085	0.1508	4.3391
Conductividad $\mu$ S/cm	54	316	27	289	230.31	7775.503	88.179	12	38.2862
Sólidos totales disueltos (mg/L)	54	158	35	123	117.56	1751.346	41.849	5.695	35.5994
As (mg./L)	18	0.0005	0.0005	0	0.0005	0	0	0	0
Cu (mg./L)	36	0.016	0.004	0.012	0.0058	1.250E-05	0.0035	0.0006	60.9088
Fe (mg./L)	36	471.68	0.038	471.642	17.06939	6076.296	77.9506	12.991766	456.6689
Mn (mg./L)	36	10.2	0.029	10.171	0.9092	6.769	2.6018	0.4336	286.1703
Pb (mg./L)	36	0.063	0.025	0.038	0.028	0.0001	0.0071	0.0012	25.3403
Zn (mg./L)	36	0.097	0.011	0.086	0.0315	0.0006	0.0239	0.0040	75.9349
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	40	160000	170	159830	12448.5	6.269E+08	25037.514	3958.779	201.1288
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	41	160000	130	159870	10290	6.231E+08	24961.677	3898.359	242.5819
Escheriche Coli (NMP/100 ml)	41	7900	1.8	7898.2	743.932	2.044E+06	1429.8482	223.3048	192.2015

**n:** número de datos

**Interpretación:**

Los valores registrados para el pH, la temperatura, el plomo y el arsénico (As) en los 3 muestreos y en todas las estaciones fueron homogéneos, mientras que para los demás parámetros los valores registrados fueron heterogéneos. El hierro (fe) es el que presento la mayor fluctuación, seguida del Manganeso, el Coliforme Fecal, Coliforme Total, E. Coli, turbiedad y el pH la menor.

- De las diferencias significativas existentes entre los valores de cada parámetros por Estación de Muestreo, por Época y por Estación - Época.

**Tabla N°15:** Análisis de varianza, para cada parámetro, en todas las estaciones de muestreo ubicados en los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi.

Estadístico	Parámetros														
	Turbiedad (NTU)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	Escherichia Coli (NMP/100 ml)
Suma de cuadrados tipo III	92,440,613	76,144	5,718	7,226	485,710,602	127,227,602	2.65E-02	0,001	62,012,685	61,740	0,001	,006	7.00E+12	7.24E+12	2.54E+10
gl	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Media cuadrática	5,437,683	4,479	0,336	0,425	28,571,212	7,483,977	1.56E-03	4.51E-02	3,647,805	3,632	2.97E-02	0,000	4.12E+11	4.26E+11	1,491,849,987
F	0,104	0,283	1,779	0,284	16,578	32,192	0,395	2,310	1,815	1,534	1,625	0,420	0,877	0,927	0,476
Sig.	1,000	0,997	0,048	0,997	0,000	0,000	0,978	0,010	0,050	0,118	0,090	0,974	0,603	0,553	0,945

Prueba de hipótesis:

Nivel de Confianza  $\alpha = 0.05$

H<sub>i</sub> : La concentración de los parámetros difiere significativamente entre las estaciones

H<sub>o</sub> : La concentración de los parámetros NO difiere significativamente entre las estaciones.

**Interpretación:**

Los parámetros: pH, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos y Cobre son los que presentaron diferencias significativas entre las estaciones de estudio.

**Tabla N°16:** Análisis de varianza, para cada parámetro, por época muestreada (época lluviosa y época seca).

Estadígrafo	Parámetros														
	Turbiedad (NTU)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	Escherichia Coli (NMP/100 ml)
Suma de cuadrados tipo III	136,416,025	149,908	2,036	13,167	79,870,083	22,504,454	4.85E-02	0,002	1,063,553	11,532	0,000	0,022	5.76E+10	7.34E+11	1.14E+10
gl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Media cuadrática	136,416,025	149,908	2,036	13,167	79,870,083	22,504,454	4.85E-02	0,002	1,063,553	11,532	0,000	0,022	5.76E+10	7.34E+11	1.14E+10
F	2,616	9,472	10,770	8,806	46,344	96,801	12,286	91,233	,529	4,870	9,244	25,321	0,123	1,597	3,632
Sig.	0,11	0,003	0,002	0,004	0,000	0,000	0,001	0,000	0,470	0,032	0,004	0,000	0,729	0,216	0,066

Prueba de hipótesis:

Nivel de Confianza  $\alpha = 0.05$

H<sub>i</sub> : La concentración de los parámetros difiere significativamente entre las épocas

H<sub>o</sub> : La concentración de los parámetros NO difiere significativamente entre las épocas.

**Interpretación:**

Los parámetros: Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Arsénico, Cobre, Manganeso, Plomo y Zinc son los que presentaron diferencias significativas entre las épocas de estudio.

**Tabla N°17** Análisis de varianza, para cada parámetro, por época - estación.

Estadígrafo	Parámetros														
	Turbiedad (NTU)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Sólidos totales disueltos (mg/L)	As (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	Escherichia Coli (NMP/100 ml)
Suma de cuadrados tipo III	1,720,755,302	16,050	1,095	10,074	34,985,417	6,702,713	2.65E-02	0,001	64,402,784	69,507	0,000	0,039	4.49E+12	4.57E+12	3.00E+10
gl	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Media cuadrática	101,220,900	0,944	0,064	0,593	2,057,966	394,277	1.56E-03	6.58E-02	3,788,399	4,089	2.80E-02	0,002	2.64E+11	2.69E+11	1,766,557,629
F	1,941	0,060	0,341	0,396	1,194	1,696	0,395	3,369	1,885	1,727	1,533	2,614	0,563	0,585	0,564
Sig.	0,027	1,000	0,992	0,982	0,291	0,063	0,978	0,000	0,040	0,066	0,118	0,004	0,893	0,877	0,893

Prueba de hipótesis:

Nivel de Confianza  $\alpha = 0.05$

H<sub>i</sub> : La concentración de los parámetros difiere significativamente entre época y estación.

H<sub>o</sub> : La concentración de los parámetros NO difiere significativamente entre época y estación.

**Interpretación:**

Los parámetros: Turbiedad, Conductividad, Fierro, Cobre y Zinc son los que presentaron diferencias significativas por época y estación.

- **Del segundo objetivo específico.**

Se analizaron las muestras de aguas de los principales colectores de la ciudad, de los cuatro monitoreos realizados en el mes de diciembre, para caracterizar los parámetros físicos, químicos y biológicos; así como sus variaciones y relaciones.

A continuación se presentan los resultados:

**Tabla N° 19:** Valor promedio total de los parámetros físicos del agua de las quebradas Atun, Aguamiro, Zamora y Mishuyacu, de los cuatro monitoreos realizados en el mes de diciembre 2009.

PARAMETROS/ ESTACIONES	Temperatura (°C)	pH	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (uS/cm)	Turbiedad (NTU)
<b>R.J. Clase II</b>	—	5,5-9,0A2***	1000A2***	3	1600A2***	100A2***
E-1	27,71	6,50	217,75	0,50	436	137,73
E-2	28,09	6,64	87,75	0,53	177,50	112,50
<b>R.J. Clase VI</b>	3 - Max 32*	6,5-8,5***	500***	4	—	—
E-3	26,68	6,62	164,75	0,67	342,50	157,00
E-4	25,17	6,86	101,00	2,99	202,75	345,50
<	No detectados a valores menores					
	No supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA					
	Supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA					
	** R.J.-Clase IV-Referencial					
	***ECAS-D.S.N° 0002-2008-MINAM					
	* Norma Ecuatoriana- Referencial					

**E-1:** Atun Quebrada: a 500 m. del punto de descarga a río Paranapura

**E-2:** Quebrada Aguamiro: A 20 m. del punto de descarga al río Paranapura

**E-3:** Quebrada Zamora: 10 m. antes del punto de descarga, en el río Huallaga.

**E-4:** Quebrada Mishuyacu: 2 m. antes del punto de descarga (en el río Huallaga)

**Explicación:**

- ✓ **Temperatura (°C):** Se registró valores de temperatura que van desde 25.17 °C como mínimo en la estación N° 4 y 28.09 °C como máximo en la estación N°2. Las estaciones N° 1 y 2 presentan valores de temperatura que la R.J, los ECAs y la Norma Ecuatoriana no establecen como referencia en este parámetro. Las

estaciones restantes presentan valores dentro del LMP establecido por la Norma Ecuatoriana como referencia para la Clase VI, cumpliendo así con esta norma.

- ✓ **pH:** El pH registró valores entre 6.50 como mínimo en la E-1 y 6.86 como máximo en la E-4. Estos valores se encuentran dentro del rango límite establecido por los ECAS para los cuerpos de agua de Clase VI y II.
- ✓ **Sólidos Totales Disueltos (STD):** Los valores registrados no superan los LMP establecidos en los ECAs, Categoría 1- Sub categoría A2 y Categoría 4.
- ✓ **Oxígeno Disuelto (OD):** los valores de oxígeno disuelto; para todas las estaciones de muestreo, se encuentran por debajo del límite mínimo permisible establecido en la R.J N° 0291-2009-ANA para la Clase VI y II, no cumpliendo así con esta norma.
- ✓ **Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ):** Respecto a la conductancia, ésta presentó valores de 177.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (mínimo) y 436  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (máximo). El primer valor se registró en la estación N°2 y el segundo en la estación N°1. La estación n° 1y 2 presentan valores que cumplen con los ECAs para la Categoría 1- Sub categoría A2, mientras que para las estaciones N° 3 y 4; mientras que para los valores de las estaciones restantes la R.J, los ECAs, así como la Norma Ecuatoriana no establecen valores de referencia para la clase VI en este parámetro.
- ✓ **Turbiedad (NTU):** En las estaciones N° 1 y 2 los valores promedios de turbiedad superan los LMP establecido en los ECAs para aguas -Categoría 1, mientras que para los valores de las estaciones restantes la R.J, los ECAs, así como la Norma Ecuatoriana no establecen valores de referencia para la clase VI en este parámetro.



**Tabla N° 20:** Valor promedio total de los parámetros químicos del agua de las quebradas Atun, Aguamiro, Zamora y Mishuyacu, de los cuatro monitoreos realizados en el mes de diciembre 2009.

Parámetros/ Estaciones	Cd mg./L	Cu mg./L	Cr mg./L	Fe mg./L	Mn mg./L	Pb mg./L	Zn mg./L	A y G* mg./L	TPH mg./L
<b>R.J. Clase II</b>	0,01	1,0	0,05	1,0 A2***	0,4 A2***	0,05	5,0	1,5	0,2A2***
E-1	<0,01	0,008	<0,028	7,098	0,438	0,031	0,08	2,8670	0,237
E-2	<0,01	0,007	<0,028	2,158	0,097	0,037	0,04	5,200	0,057
<b>R.J. Clase VI</b>	0,004	0,02***	0,05	0,3*	0,1*	0,03	0,3***	0,2**	0,5*
E-3	<0,01	<0,004	<0,028	2,283	0,136	0,031	0,042	15,53	0,573
E-4	0,013	0,009	<0,028	9,983	0,310	0,037	0,046	2,467	0,090
<	No detectados a valores menores								
	No supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA								
	Supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA								
	** R.J.-Clase IV-Referencial								
	***ECAS-D.S.N° 0002-2008-MINAM								
	* Norma Ecuatoriana- Referencial								

**E-1:** Atun Quebrada: a 500 m. del punto de descarga a río Paranapura.

**E-2:** Quebrada Aguamiro: A 20 m. del punto de descarga al río Paranapura.

**E-3:** Quebrada Zamora: 10 m. antes del punto de descarga, en el río Huallaga.

**E-4:** Quebrada Mishuyacu: 2 m. antes del punto de descarga (en el río Huallaga).

### Explicación:

- ✓ **Cadmio (Cd):** La estación N° 4 presento un valor de 0.013 mg/L de cadmio, mismo que supera el LMP establecido en la Resolución Jefatural N° 291-2009-ANA para la Clase VI, mientras que las demás estaciones presentan valores por debajo del límite de detección del método de análisis del laboratorio.
- ✓ **Cobre (Cu):** Las estaciones E-1-E-2 y E-3 -E-4 presentan valores que no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución Jefatural, para la Clase II o la Clase VI, respectivamente.
- ✓ **Cromo (Cr):** En todas las estaciones los valores de cromo se encuentran por debajo del límite de detección de método de análisis del laboratorio.
- ✓ **Fierro (Fe):** la estación N°1 y N°2 presentan valores que sobrepasan el valor límite establecido en los ECAs –Categoría 1, Sub Categoría 2, para la Clase II; así

mismo las estaciones N°3 y N°4 presentan valores que sobre pasan el valor límite establecido en la Norma Ecuatoriana para aguas de Clase VI.

- ✓ **Manganeso (Mg):** la estación N°1 superan el valor límite establecido en los ECAs, Categoría 1, Sud Categoría N°1 y N°2, para aguas de clase II. Las estaciones N° 3 y N° 4 presentan valores por encima de Norma Ecuatoriana, para aguas de Clase VI.
- ✓ **Plomo (Pb):** Las estaciones N° 1y N° 2 presentan valores por debajo del valor límite establecido en la Resolución Jefatural, para la Clase II; mientras que las estaciones N°3 y N°4, registraron valores promedios que superan la R.J. para la Clase VI.
- ✓ **Zinc (Zn):** Los valores registrados en todas las estaciones, no superan el valor límite establecido en la Resolución Jefatural para aguas de Clase II (0,5 mg/l), tampoco a lo establecido en los ECAS para aguas de Clase VI (0,2 mg/l).
- ✓ **Aceites y Grasas (A y G):** Las concentraciones obtenidas de aceites y grasas registraron valores entre 2.47 como mínimo en la estación N° 4 y 15.53 en la estación N° 3, y que además superan el valor límite establecido en la Resolución Jefatural para aguas de Clase II, esto para las estaciones N° 1y N° 2. En las estaciones N°3 y N°4 los valores registrados superan el valor límite establecido en Resolución Jefatural para aguas de Clase IV- usado como referencia.
- ✓ **Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH):** En la estación N° 1 la concentración obtenida de TPH registraron valores que superan el valor límite establecido en los ECAs; así mismo las estaciones N° 3 presentan valores que superan el valor límite establecido en la Norma Ecuatoriana.

**Tabla N° 21:** Valor promedio total de los parámetros biológicos del agua de las quebradas Atun, Aguamiro, Zamora y Mishuyacu, de los cuatro monitoreos realizados en el mes de diciembre 2009.

PARAMETROS/ ESTACIONES	Punto de muestreo	Colif. Totales 35° C (NMP/100ml)	Colif. Fecales 44.5° C (NMP/100ml)	E. Coli 44.5° C (NMP/100ml)
<b>R.J. Clase II</b>		2x10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>3</sup>	0 ***
E-1	Atun Quebrada	1,17 x10 <sup>8</sup>	3,35 x10 <sup>7</sup>	2,1x10 <sup>7</sup>
E-2	Quebrada Aguamiro	4,2 x10 <sup>8</sup>	4,02x10 <sup>8</sup>	4,02x10 <sup>8</sup>
<b>R.J. Clase VI</b>		2x10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>3</sup>	–
E-3	Quebrada Zamora	8,2 x10 <sup>7</sup>	4,7x10 <sup>7</sup>	3,5x10 <sup>7</sup>
E-4	Quebrada Mishuyacu	8,4x10 <sup>7</sup>	1,14x10 <sup>7</sup>	2,4x10 <sup>6</sup>
<	No detectados a valores menores			
	No supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA			
	Supera el valor límite de la R.J.N° 0291-2009-ANA			
	** R.J.-Clase IV-Referencial			
	***ECAS-D.S.N° 0002-2008-MINAM			
	* Norma Ecuatoriana- Referencial			

**E-1:** Atun Quebrada: a 500 m. del punto de descarga a río Parapanura

**E-2:** Quebrada Aguamiro: A 20 m. del punto de descarga al río Parapanura

**E-3:** Quebrada Zamora: 10 m. antes del punto de descarga, en el río Huallaga.

**E-4:** Quebrada Mishuyacu: 2 m. antes del punto de descarga (en el río Huallaga)

### Explicación:

- ✓ Para todas las estaciones los valores de Coliformes totales registrados sobrepasan los LMP establecidos en la R.J. para la Clase II (E-1 y E-2) y VII (E-3 y E-4).
- ✓ Los valores promedios de Coliformes fecales registrados, superan los LMP establecidos en la R.J., tanto para la Clase VI como para la Clase II, en todas las estaciones.
- ✓ Los promedios de los valores registrados de *E. Coli* superan los límites máximos permisibles establecidos en los ECAs para la Clase II en las estaciones N°1 y 2, mientras que los ECAs, la R.J. y la Norma Ecuatoriana no establecen los valores límites para la Clase VI.

- **Del caudal de descarga de los colectores Zamora y Atun quebrada.**

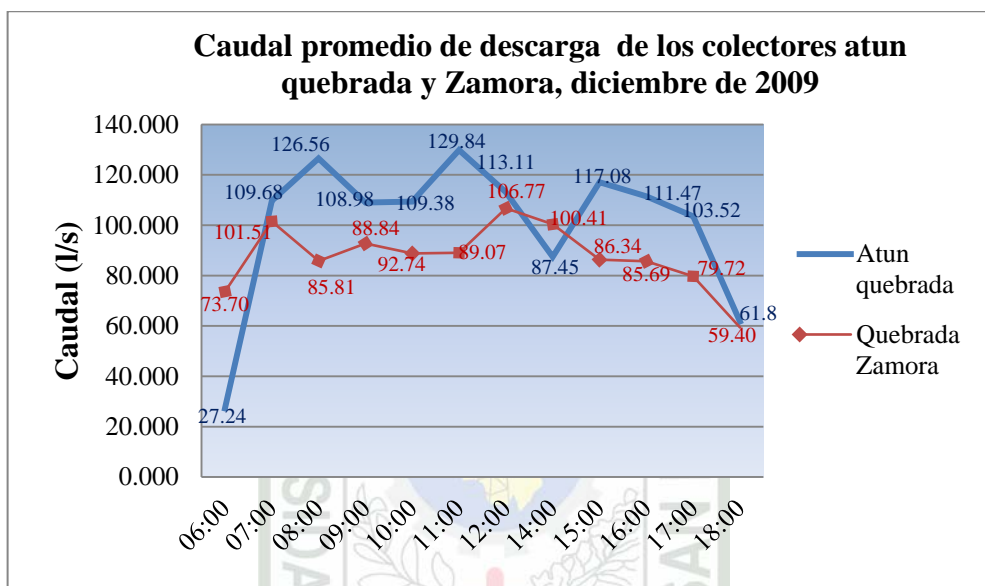
Los caudales que se presentan se han obtenido por el método de “Aforo Directo Área de la sección transversal por Velocidad de corriente” (ver anexo N° 03)

**Tabla N°22:** Valores promedios del caudal de descarga de los colectores, Atun quebrada y Zamora, desde las 6 horas hasta las 18 horas, diciembre de 2009.

Colectores	Atun quebrada		quebrada Zamora		
	Hora	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (l/s)
	06:00	0.027	27.246	0.074	73.7
	07:00	0.110	109.685	0.102	101.51
	08:00	0.127	126.566	0.086	85.81
	09:00	0.109	108.985	0.093	92.74
	10:00	0.109	109.380	0.089	88.84
	11:00	0.130	129.842	0.097	97.36
	12:00	0.113	113.112	0.109	108.96
	13:00	-	-	-	-
	14:00	0.087	87.455	0.1	100.41
	15:00	0.117	117.083	0.086	86.34
	16:00	0.111	111.473	0.086	85.69
	17:00	0.104	103.525	0.08	79.72
	18:00	0.062	61.800	18:00	0.059

*Fuente: Elaboración propia. 2009*

**Gráfico N° 17:** Caudal promedio de descarga de los colectores Atun quebrada y Zamora, desde las 6 horas hasta las 18 horas, diciembre 2009.



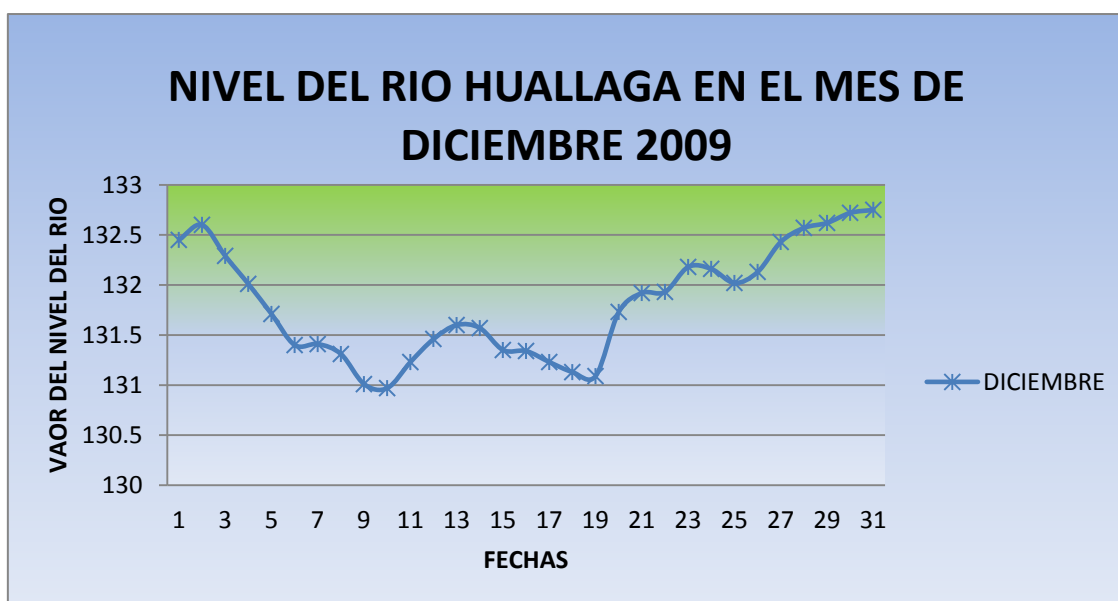
*Fuente: Tabla N° 12*

**Explicación:**

Los valores del caudal de descarga del Atún quebrada tiende al aumento a medida transcurre las horas del día; así tenemos que a las 6 a.m. se registró un caudal de 27.24 L/S y a las 6 p.m. se registró un caudal de 61.8 L/S. Las 11 a.m. es la hora en que se registró el mayor caudal de descarga del colector al río Parapapura, con un valor de 129.84 L/S.

En contraste, encontramos que el caudal del descarga de la quebrada Zamora tiende a disminuir a medida que transcurre el día, así tenemos que a las 12 p.m. Se registra un valor de descarga de 73.70 L/S y a las 6 p.m. del mismo día se registra un valor de 59.4 L/S; así mismo tenemos que la hora punta de descarga del colector Zamora es las 12 p.m., registrándose a s un l de 106.77 L/S

**Gráfico N° 18:** Nivel del río Huallaga en el mes de diciembre 2009.



**Fuente:** Red de Salud de Alto Amazonas 2009.

**Explicación:**

En la figura N° 14 se puede observar una variación bien marcada del nivel del río Huallaga semana a semana en el mes de diciembre 2009, tendiente a bajar de nivel en la primera semana, así mismo en la segunda y la tercera semana su variación es muy irregular, por el contrario la última semana presenta un incremento de nivel. El nivel del río Huallaga en el mes de diciembre de 2009, fluctúa entre 130.97 y 132.75, obteniendo una media de 131.82.

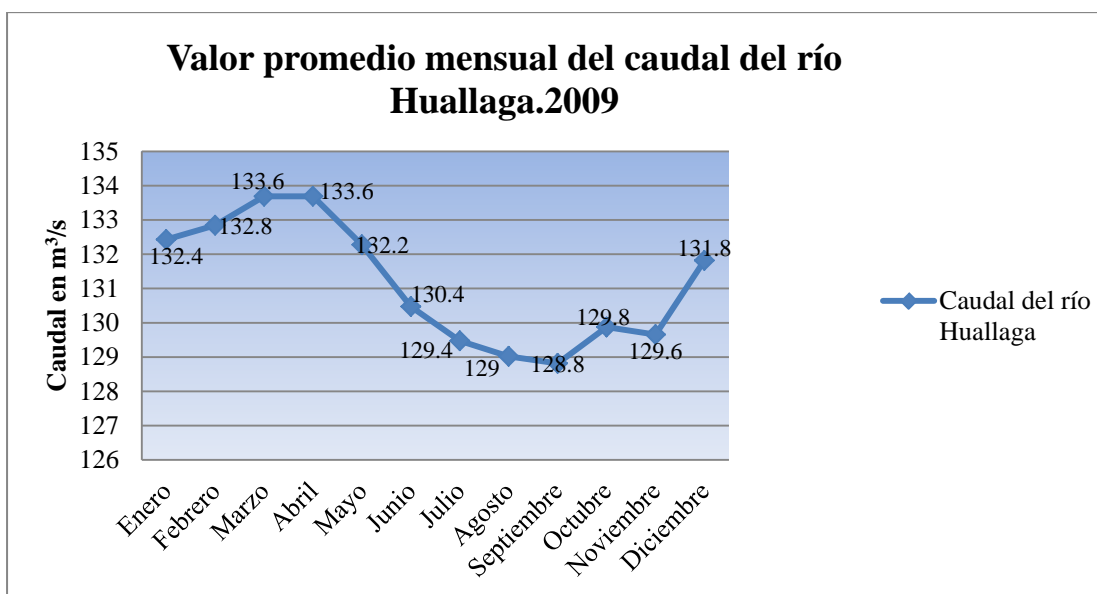
- **Longitud de las principales Quebradas.**

**Tabla N° 23:** Longitud de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas 2009.

QUEBRADAS	LONGITUD (Km)	PTO. DE DESCARGA
ÁTUN QUEBRADA	4.5	RÍO PARANAPURA
QUEBRADA SUNIYACU	1.5	RÍO Huallaga
QUEBRADA ZAMORA	1.3	RÍO HUALLAGA
QUEBRADA AGUAMIRO	1.2	RÍO PARANAPURA
QUEBRADA MISHUYACU	0.902	RÍO HUALLAGA

**Fuente:** Elaboración propia, 2009

**Tabla N° 19:** Valor promedio mensual del caudal del río Huallaga, 2009.



*Fuente: ENAPU. 2009*

#### **Explicación:**

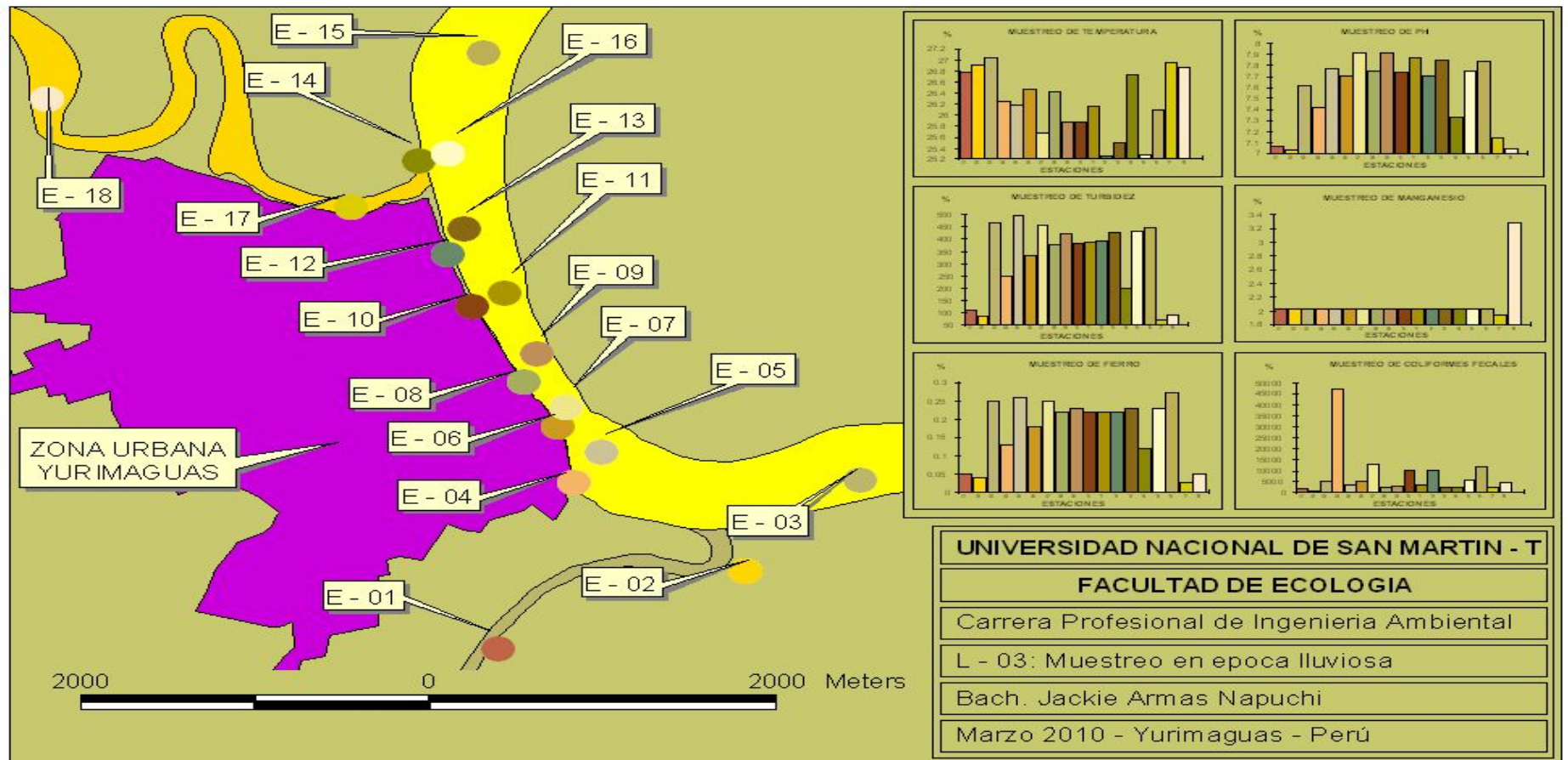
Según la figura N° 14 que lleva el título “Valor promedio mensual del caudal del río Huallaga.2009”, el nivel del río Huallaga, tiende a disminuir entre los meses de abril y octubre, mientras que entre los meses de noviembre a mayo se registran niveles tendientes al aumento, pudiéndose apreciar las dos épocas bien marcadas en nuestra Amazonía (época seca y época lluviosa).

- **Del tercer objetivo específico**

Los valores obtenidos de los parámetros del agua analizados en el laboratorio, se tomó como referencia algunos de ellos, para determinar su variación espacial y temporal de los mismos. A continuación se muestra.

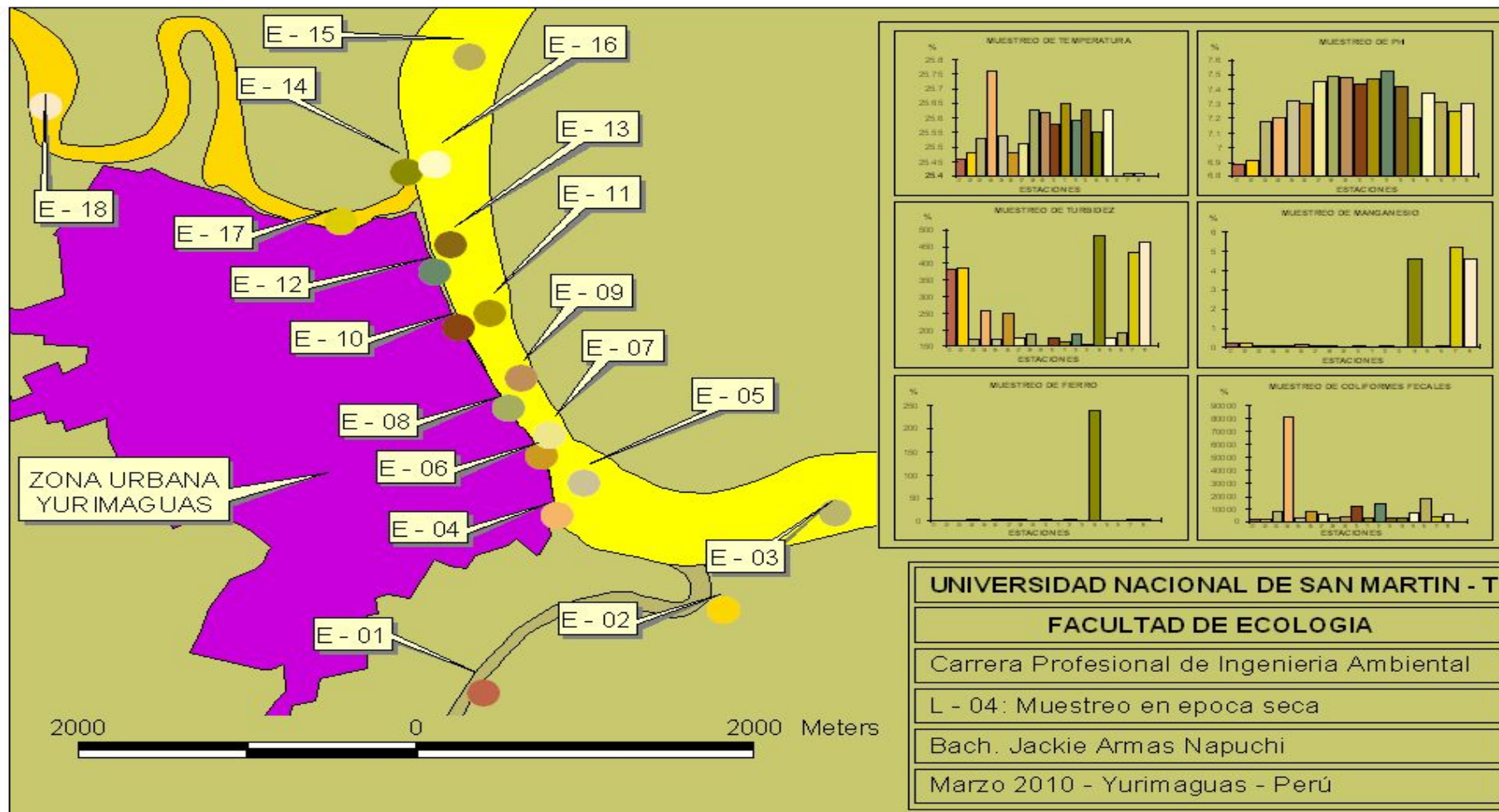
- De la determinación espacial.

## MAPA N° 03: MUESTREO DE EPOCA LLUVIOSA





# MAPA N° 04: MUESTREO EN EPOCA SECA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - T  
 FACULTAD DE ECOLOGIA  
 Carrera Profesional de Ingenieria Ambiental  
 L - 04: Muestreo en epoca seca  
 Bach. Jackie Armas Napuchi  
 Marzo 2010 - Yurimaguas - Perú

### 3.2. Discusiones.

Un aspecto fundamental de los sistemas acuáticos son las características abióticas del agua, que generalmente están influenciadas por la naturaleza del sustrato; sin embargo algunas pueden tener variaciones relacionadas con el incremento de la materia orgánica, estos parámetros inciden en las condiciones bióticas, ya que se presentan organismos tanto autótrofos como heterótrofos que son susceptibles a las variaciones del pH, conductividad, temperatura del agua, dureza total, alcalinidad, cloro, bióxido de carbono y oxígeno disuelto, principalmente, presentándose una relación entre los organismos y las variaciones ambientales, ya que tales parámetros ayudan a la interpretación de la capacidad productiva de los recursos acuáticos y su comportamiento en el tiempo y el espacio.

Dentro del balance gaseoso en los sistemas acuáticos, el **oxígeno disuelto (OD)** es fundamental, ya que es generado por los productores primarios y captado por el intercambio atmosférico por un lado y consumido por los organismos aeróbicos por el otro, los cuales lo utilizan para su síntesis energética; limitando o favoreciendo con la abundancia o escasez de este parámetro la presencia y/o ausencia de organismos acuáticos (Margalef, 1983). La concentración de O<sub>2</sub> mostró variaciones estacionales como resultado de las condiciones ambientales y biológicas; registrándose en época seca valores mayores a las registradas en época lluviosa, esto debido principalmente a la presencia de materia orgánica disuelta en el agua de los ríos, a consecuencia de la erosión en las cuencas por precipitación pluvial y mayor volumen de descarga de aguas residuales de los colectores a las fuentes de aguas superficiales; el límite mínimo ecológicamente hablando depende del medio (dulceacuícola, salobre o marino) y según Thurston *et al.*, (1979), las aguas dulces deben ser de 5,0 mg/L a 3,5 mg/L, mientras que la Resolución Jefatural N° 291-2009-ANA, para aguas de Clase II y Clase IV establece que el valor límite mínimo permisible es de 3 mg/L y 4 mg/L, respectivamente. Los valores reportados en este trabajo se encuentran por encima del valor límite mínimo establecido en ambas épocas del año (lluviosa y seca).

Respecto a los resultados obtenidos del análisis del agua de los ríos, se encontró una ligera variación de los valores de **pH** en las dos estaciones ubicadas en el río Shanusi, con respecto a las demás estaciones y a la época lluviosa, sin ser ésta muy

marcada y tendiendo siempre a la neutralidad, condiciones que favorecen el desarrollo de las comunidades tanto vegetales como animales (Bonilla-Barbosa, 1992).

El valor máximo de pH en época lluviosa fue de 7.91, muestras tomada en la estación N° 09 (ubicado en la parte media del río, frente al puerto Garcilaso) y el valor mínimo registrado fue en la estación N° 02 (ubicado 2 metros de la orilla del puerto La Ramada, frente al colector de aguas residuales), cuyo valor es de 7.04; mientras que, en épocas seca el valor mínimo registrado fue en la estación N° 01, ubicado en el río Shanusi el valor máximo fue de 7.53 ubicado en la estación N° 12 (cerca la orilla de la margen derecha del río Huallaga a 20 metros del colector Zamora). Cabe resaltar que los valores registrados en época lluviosa fueron mayores a las registradas en época seca; así como también, cumplen con lo establecido en los ECAs para aguas de Clase VI (6.5 – 8.5) y Clase II (5.5 – 9.0). Además, el pH presentó una homogeneidad inter estaciones ( $p = 0.4189$ ).

La **temperatura** como condición ambiental es importante en la vida de los organismos y, todo lo que sucede en el medio acuático, esta de alguna manera relacionada por esta, inclusive los proceso de auto purificación y oxidación; así tenemos que la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de la temperatura también. El agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente, (Chávez, 1996) reporta 14.6 ppm a 0 °C y 9.2 ppm a 20 °C; este aspecto es reafirmado por García *et al.* (1993) al mencionar que la solubilidad del oxígeno esta en relación inversa a la temperatura; esta tendencia se aprecia tanto en época lluviosa y época seca, ya que los valores de temperatura en la primera época del año (Max = 26.95 °C y Min = 25.27 °C) fueron superiores a las de la época seca (Min = 24.40 °C y Max = 25.76 °C) y las concentraciones de OD fueron mayores en esta misma época (6.58 mg/L y 10.52 mg/L, frente a un 4.39 mg/L y 7.76 mg/L).

La **turbidez** es un parámetro relacionado con el grado de transparencia y limpieza del agua que a su vez depende de la cantidad de sólidos en suspensión del agua que pueden ser resultado de una posible actividad biológica o simplemente una presencia de componentes no deseables. Durante las crecidas, la **turbidez** de las aguas fluviales aumenta considerablemente, debido a la gran cantidad de sólidos en suspensión que en ocasiones arrastran las agua en su momento, la turbidez limita la facilidad de penetración de la luz en las aguas, impidiendo la fotosíntesis de las

plantas verdes; cuanto más turbias son las aguas menor es esta penetración y menor es la capa donde se puede sintetizar material vegetal *García et al., (1993)*. En el río Paranapura y en época seca, se registraron valores que superan los límites máximos permisibles para aguas de Clase II, según la Resolución Jefatural y de Categoría I, Sub categoría A2, según los ECAS, debido a las constantes precipitaciones registradas en la cabecera de esta cuenca. De igual manera, en el río Shanusi se registraron valores de turbiedad superiores a las registradas en el río Huallaga en época seca.

Los **sólidos totales disueltos** pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. La determinación de **sólidos disueltos totales** mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos); además, se ha encontrado que existe una correlación directa entre **conductividad y concentración de sólidos disueltos totales** (TDS) para cuerpos de agua dulce y salobre. Dicha correlación no se extiende a ambientes "hipersalinos" (salinidad > 5%), donde la conductividad es afectada por la composición específica de iones presentes en el agua.

Los resultados presentados en esta investigación corroboran lo encontrado por nnnn, al existir una correlación directa entre los valores de conductividad y sólidos totales disueltos en las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi, en las estaciones monitoreadas y en las dos épocas del año; encontrando además que dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en los ECAS, para aguas de categoría I, Sub categoría A2.

Según *Vega (1985)*, afirma que el **arsénico (As)** en el agua puede encontrarse en forma natural y a veces en concentraciones muy altas, debido a su presencia en la corteza terrestre y por procesos de erosión o vulcanismo pero generalmente proviene de procesos antropogénicos (actividad minera, uso de combustibles fósiles, uso de pesticidas, herbicidas, desecantes, conservadores de la madera), descargas industriales.

El fenómeno de la existencia de contenidos altos de arsénico de origen natural en las aguas está controlado por tres factores: la fuente primaria de arsénico (geosfera y atmósfera), los procesos de movilización/retención de arsénico en la interacción

entre la fase sólida y la fase líquida, y el transporte de arsénico como especie acuosa en el seno del agua. Respecto al primer factor, una de las características comunes en la mayor parte de los acuíferos con contenidos altos de arsénico no asociados a procesos geotermales, ni a depósitos minerales, ni a un origen antropogénico, es que los materiales que forman el acuífero tienen contenidos en arsénico próximos a los valores considerados como contenido medio de fondo (0,5-1.0 ppm en areniscas, 13 ppm en arcillas y pizarras, 1-1,5 ppm en carbonatos). En otras palabras, contenidos elevados de arsénico en las aguas subterráneas no se asocia, por lo general, a materiales con contenidos altos de arsénico (BGS y DPHE, 2001; Smedley y Kinniburgh, 2002).

DIGESA (2006), a través de su Informe N° 312 - 2006/DEEPA-APRHI/DIGESA, titulado Informe del Comité Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental de la Quebrada Huaycoloro, reveló que en todos los puntos de muestreo, las concentraciones detectadas de arsénico en el primer y segundo monitoreo compuesto, estuvieron por debajo de los valores límite establecidos en la Ley General de Aguas para la Clase II. Mientras que en el punto blanco del tercer monitoreo compuesto, la concentración detectada de **As** es mayor al valor límite establecido en la Ley General de Aguas para la Clase II.

Los resultados de la presente investigación revelaron que en época seca y sólo en el río Huallaga se presentaron valores superiores al valor límite de detección del método de laboratorio (0.0005 mg/L) y, el valor máximo fue de 0.0056 mg/l registrado en la estación N° 05 ubicado en la parte media del río. Además, la R.J N° 0291-2009-ANA establece el límite máximo permisible de arsénico presentes en aguas de Clase VI y II, cuyos valores son de 0.05 mg/l y 0,01 mg/l, respectivamente. Cumpliendo así con la norma.

En la época lluviosa los valores de **Cobre (Cu)** fluctuaron entre 0.022 mg/l y 0.005mg/l, mientras que en la época seca los valores fluctuaron entre 0.013 mg/l y 0.008 mg/l. Las concentraciones de **Cobre (Cu)** son mayores al valor límite (**0,02 mg/l**) establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental de Aguas en las estaciones N° 05 y N° 16, en la época lluviosa.

DIGESA (2006), en su Informe N° 312 - 2006/DEEPA-APRHI/DIGESA (Informe del Comité Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental

de la Quebrada Huaycoloro), indica que en los puntos de muestreo N°01 y 02, del primer monitoreo compuesto, se observan concentraciones que superan en 21.2 y 5 veces al valor límite establecido en la LGA – Clase II, respectivamente, incumpliendo con la Ley en mención; mientras que en todos los puntos de muestreo del segundo y tercer monitoreo compuesto se encontraron concentraciones superiores a los valores límite establecido en la LGA – clase II, excepto, en el punto blanco del segundo monitoreo, es decir cumplen con la Ley.

Por el contrario, en la presente investigación se registraron niveles de **Cromo (Cr)**, en la época lluviosa, que estuvieron por debajo del límite de detección del método de análisis del laboratorio, mientras que en la época seca los valores fluctuaron 0.037 mg/l y 0.028 mg/l. estos valores se encuentran por debajo del valor límite establecido en la R.J. para la Clase II y VI, cumpliendo con lo establecido en la norma.

Los niveles de **Hierro (Fe)** registrados en la época lluviosa y seca, se encuentran por encima de los estándares nacionales (ECA para la Categoría 1 - Subcategoría A2) y de la Norma Ecuatoriana (para la Clase VI), en todas las estaciones de muestreo.

El **manganeso (Mn)** está ampliamente distribuido en la naturaleza en forma de óxidos, carbonatos y silicatos. La concentración en la corteza terrestre es de aproximadamente 1000 mg/ kg (Vega, 1985).

Los valores de **Manganeso (Mn) registrados** en todas las estaciones de muestreo ubicado a lo largo del río Huallaga superan los límites máximo permisibles de la Norma Ecuatoriana para la Clase VI en la época lluviosa. Mientras que en la época seca la concentración de Manganeso supera el valor límite de la Norma Ecuatoriana para la Clase VI; a excepción de las estaciones N°13 y N° 15, ambos ubicados en la parte media del río Huallaga; y los ECAs para la Clase II, Categoría 1-subcategoría A2. La mayor concentración de manganeso de registró en las estaciones N° 17 y N° 18, ubicadas en el río Parapapura en época seca, cuyos valores fueron de 5.200 mg/l y 4.553 mg/l, respectivamente.

El **plomo (Pb)** se encuentra en la corteza terrestre a concentraciones de aproximadamente 13 mg/kg. Se asevera que la concentración de plomo en la biósfera se ha incrementado sustancialmente como resultado de la actividad humana a través de varios milenios. La utilización se incrementó durante la

revolución industrial y a principios de este siglo cuando se introdujeron los alquilos de plomo como aditivos antidetonantes de la gasolina (Vega, 1985).

Según el informe N° 312 - 2006/DEEPA-APRHI/DIGESA de la DIGESA (2006), denominado Informe del Comité Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental de la Quebrada Huaycoloro, indica que en el primer, segundo y tercer monitoreo compuesto se observaron concentraciones menores al valor límite establecido en la Ley General de Aguas para la clase II, en los puntos de muestreo N° 01 y 02; sin embargo, en el punto blanco del segundo y tercer monitoreo se observan concentraciones mayores en 0.037 mg/L y 0.056 mg/L respectivamente, al valor límite establecido en la LGA -Clase II.

En relación a ello, se tuvo que en las estaciones N°1, N°2 y N°15 los valores registrados se encuentran por encima del valor límite establecido por la R.J. para la Clase VI, no cumpliendo con la norma. Para la época lluviosa, los niveles de **plomo** fluctúan entre 0.026 mg/l y 0.027 mg/L., mientras que para la época seca los niveles de **plomo** fluctúan entre 0.044 mg/l y 0.025 mg/L.

En la época húmeda, los niveles de Zinc (Zn) fluctúan entre 0,119 y 0,018 mg/L, asimismo, los niveles en la época seca fluctúan entre 0,067 y 0,015 mg/L. Estos valores se encuentran muy por debajo de los valores límites establecidos por la Norma Ecuatoriana para Clase VI (0.18 mg/L) y por R.J. para la Clase II (5 mg/l).

Los **Aceites y grasas** son dañinos para la biota por formar una película alrededor de los organismos e interfieren, por ejemplo, con la respiración de los peces. Estos contaminantes también tienen un efecto estético indeseable, una vez que su presencia en la superficie de los cuerpos de agua es fácilmente visible a simple vista y tienen como principales fuentes talleres mecánicos y áreas de abastecimiento de combustibles y lubricación de los equipos de minería y de los vehículos de apoyo; áreas de lavado de equipos y vehículo, derrame de tanques de almacenaje de combustibles y lubricantes (UNESCO, 1995).

Por otro lado, DIGESA, (2006), en su Informe N° 312 - 2006/DEEPA-APRHI/DIGESA (Informe del Comité Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental de la Quebrada Huaycoloro), afirma que durante el primer monitoreo las concentraciones de aceites y grasas detectadas en los puntos de muestreo N° 01 y 02 superan en 5 y 5.33 veces al valor límite establecido en la

LGA - Clase II respectivamente, mientras que en el segundo y tercer monitoreo, no se puede evaluar la concentración detectada, debido a que el límite de detección es mayor al valor límite establecido en la LGA para la Clase II.

Al igual que, en estos dos últimos monitoreos realizados en la quebrada Huaycoloro, los resultados de la presente investigación en cuanto a la concentración del parámetro **Aceites y Grasas (A y G)** no se puede evaluar porque el límite de detección del método del laboratorio es mayor al valor límite establecido en la R.J.N° 0291-2009-ANA para la Clase IV y Clase II.

Las concentración de **Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)** son menores al límite máximo permisible (0.5 mg/l) de la Norma Ecuatoriana, tomado como referencia.

Los niveles de contaminación bacteriana del agua en los ríos y otras fuentes son de primaria importancia para la salud humana (Deutsch et al., 2000); este gradiente se determinó mediante los parámetros Coliformes Totales, Coliformes Fecales y E. Coli., teniendo como resultados que en casi todas las estaciones ubicadas a dos metros de la orilla y aguas abajo de una descarga de agua residual y, estaciones ubicadas en la parte media del río y después de una descarga de agua residual presentan concentraciones que superan los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución Jefatural N° 291-2009-ANA, para aguas de Clase II (4000 NMP/100ml) y VI (4000 NMP/100 ml), tanto en época lluviosa como en seca, para el caso del parámetro Coliformes fecales. Además, las aguas del río Huallaga presentaron concentraciones de coliformes fecales, antes y después de su ingreso a la ciudad de Yurimaguas, que superan los límites permisibles, siendo la concentración mucho mayor a la salida.

Según el estudio del IIAP, denominado Diagnostico Sobre la Contaminación Amazónica Peruana, Gómez, (1995), que llego a las conclusiones de que los principales contaminantes en los cuerpos de agua de las grandes ciudades amazónicas son las bacterias coliformes, las cuales suelen ir acompañadas de otros gérmenes patógenos que originan diversas enfermedades infectocontagiosas. Ello es debido a que las descargas de las aguas servidas se hacen directamente sobre dichos cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento.



### 3.3. Conclusiones.

- Las aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, presentan concentraciones de Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) que superan los límites máximos permisibles en las dos épocas del año, según lo establecido en la Norma Ecuatoriana y en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECAS) de Clase VI y II; además, las aguas de los dos primeros ríos superan los límites máximos permisibles en cuanto al parámetro Coliformes Fecales, en la mayoría de las estaciones, según lo establecido en la Resolución Jefatural N° 291-2009-ANA para aguas de Clase VI y II.
- La concentración de Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Hierro (**Fe**), Oxígeno Disuelto (**OD**) y Aceites y Grasas (**A y G**), en las aguas de los principales colectores de la ciudad de Yurimaguas, superan los límites máximos permisibles establecidos en la R.J. N° 291-2009-ANA y en la Norma Ecuatoriana, en todas las estaciones de muestreo; además de ello, la concentración de Manganeseo (**Mn**) e Hidrocarburos Totales de Petróleo (**HTP**) en las quebradas Atun y Zamora y, de Plomo (**Pb**) en las quebradas Zamora y Mishuyacu, superan los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Ecuatoriana, ECAS y la R.J. N° 291-2009-ANA, para aguas de Clase II y VI.
- Los parámetros Temperatura, pH, Turbidez, Manganeseo, Hierro y Coliformes Fecales son los que presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año.

### 3.4. Recomendaciones.

- Tomar como referencia el presente estudio para futuras investigaciones relacionadas a la calidad del agua, a fin de comparar, concluir y facilitar las decisiones a la hora de adoptar medidas conducentes a solucionar los problemas de manera más asertivas.
- Promover el desarrollo de investigaciones relacionadas a la calidad del agua superficial a fin de generar información con soporte técnico y científica para una exitosa Gestión de los Recursos Hídricos.
- Realizar un estudio detallado sobre las actividades antrópicas que podrían significar un riesgo potencial de contaminación al suelo, aire y agua.
- Promover la participación activa y conjunta, de las instituciones públicas y privadas, en la promoción y ejecución de proyectos que tengan que ver con el saneamiento y tratamiento de las aguas servidas de la ciudad de Yurimaguas.
- Promover actividades permanentes de información, educación y comunicación acerca de las características físicas, químicas y biológicas del agua de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi y, de las actividades antrópicas que ponen en riesgo la calidad sanitaria y ambiental de las mismas; a cargo de instituciones gubernamentales como la Municipalidad de Alto Amazonas (MPAA), la Unidad de Gestión Educativa Local de Alto Amazonas (UGELAA), dirigidos a sensibilizar y hacer conocer a la población de Yurimaguas sobre los problemas que estos genera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- **A.M LASHERAS; J.L. MUZQUIZ. I. RUIZ Y et al. (1999).** study of the quality of the waters of the Aragon river: characterization of waters, sediments and fishes. Editorial Castilla. España.
- **BGS y DPHE. 2001.** Arsenic contamination of groundwater in Bangladesh. In: Kinniburgh D.G., Smedley P.L. (eds.) Volume 1: Summary. BGS Technical Report WC/00/19, British Geological Survey.
- **Bonilla, B. J. R. (1992).** Flora y vegetación acuática vascular de las Lagunas de Zempoala, Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 134 p.
- **CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (2008).** **D.S.N°002-2008-MINAM.** “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA)” Edit. Perú. Lima-Perú.
- **CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (1969).** Ley General de aguas N° 17752. Edit. Perú. Lima – Perú.
- **CARRANZA, C. CF. (2003).** Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación. Perú.
- **CHAVEZ D. (1996).** Recursos de agua. Aprovechamiento Político del agua. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- **DIAZ VARGAS MIGDALIA et. al (2005).** Caracterización de algunos parámetros físico químicos del agua y sedimento del lago Zempoala, Morelos, México.
- **DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (2006).** “Informe del Comité Multisectorial para la Recuperación de la Calidad Sanitaria y Ambiental de la Quebrada Huaycoloro”, Informe N° 312 - 2006/DEEPA-APRHI/DIGESA.
- **DIGESA, (2008).** Taller” Armonización de métodos de análisis microbiológicos de aguas y alimentos en los laboratorios de salud ambiental a nivel nacional grupo II”. Lima-Perú.
- **ESPINOZA, P. BARRA, R. PARRA, O. (2002).** Ríos de la Vergüenza. Chile.
- **GARCIA, et al., 1993.** Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Ediciones Mundi - Prensa 28001, Madrid, España.
- **GOMEZ G, R; IIAP (1995).** Diagnóstico sobre la contaminación Ambiental en la Amazonia Peruana.

- **LEY DE RECURSOS HIDRICOS N° 29338.**
- **LEY GENERAL DE AGUAS Y SU REGLAMENTO. D.L. N. 17752.** Editorial Santa. Perú.
- **MARGALEF, R. (1995).** Ecología. Edit. La Reverte, España.
- **MINISTERIO DE SALUD, (2007).** Protocolo de monitoreo de los recursos hídricos superficiales. R. D. N° 2254/2007/DIGESA/SA.
- **MINISTERIO DE SALUD-DIGESA, (2006).**”Plan de vigilancia y control de los recursos hídricos y del agua de consumo humano en las zonas de explotación petrolera de los lotes 1ab y 8”. Lima.
- **MINISTERIO DE SALUD- DIGESA, (2006).**”Evaluación de resultados del monitoreo del río Corrientes y Pastaza, en la intervención realizada del 18 al 30 de junio del 2006”.INFORME N° 2253-2006/DEPA-APRHI/DIGESA.
- **MINSTERIO DE SALUD-DIGESA, (2006).**”Actividades realizadas en el monitoreo del rio Corrientes y Tributarios”.
- **MINISTERIO DE SALUD, (2004).**Vigilancia de recursos hídricos a través de monitoreo de aguas superficiales en la sub cuenca del río Llaucano, cuenca del río Jequetepeque, sud cuenca del río Moshon, sud cuenca del río San Miguelino y sub cuenca del río Chonta. 2001 – 2003.
- **NORMA ECUATORIANA.** Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.
- **OFICINA DEL MEDIO AMBIENTE Y CONTRADROGAS, (1999).** Monitoreo de la calidad del agua en los valles Huallaga Central y Bajo Mayo.
- **RESOLUCION JEFATURAL N° 0291-2009-ANA.** Disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reuso de aguas residuales tratadas. Edit. Perú. Lima-Perú.
- **REYNOLS, Nelly. A. (2002).** Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Chile.
- **SEOANEZ, (2001).** Ingeniería del Medio Ambiente – Aplicado al Medio. Argentina.
- **Smedley P.L., Kinninburgh D.G., 2002.** A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. Applied Geochemistry, 17, 517-568.
- **TANANTA, (2009).** Determinación de la concentración de Coliformes fecales y totales en el río mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba 2009.

- **Thurston, R. V.; Russo, R. C.; Felterof, Jr. C. M.; Edsall, T. A. y Barber, Jr. Y. M. (1979).** A review of the EPA red Book: Qualitycriteria for Water. Water Quality Section, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 313 p.
- **UNESCO, (1995).** “Aspectos Geológicos de Protección Ambiental”, Volumen I,
- **VALVERDE, (2000).** Nivel de contaminación de las aguas del rio Mayo por actividad agrícola, Moyobamba-San Martin durante enero del 2000, y su aplicación en un plan de gestión ambiental.
- **VEGA, (1985).** Toxicología III. Aspectos específicos de la toxicología evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales.
- **VERGARA, (2002).** Índices de calidad de agua y diversidad Ictiológica como indicadores de gestión del rio Mayo (sub Cuenca Alto Mayo) Región San Martin Perú.
- **VERGARA, (1995).** Índices de Calidad de Agua como Indicador de Contaminación y su Distribución Espacio – Temporada en el Río Rocha. Bolivia.

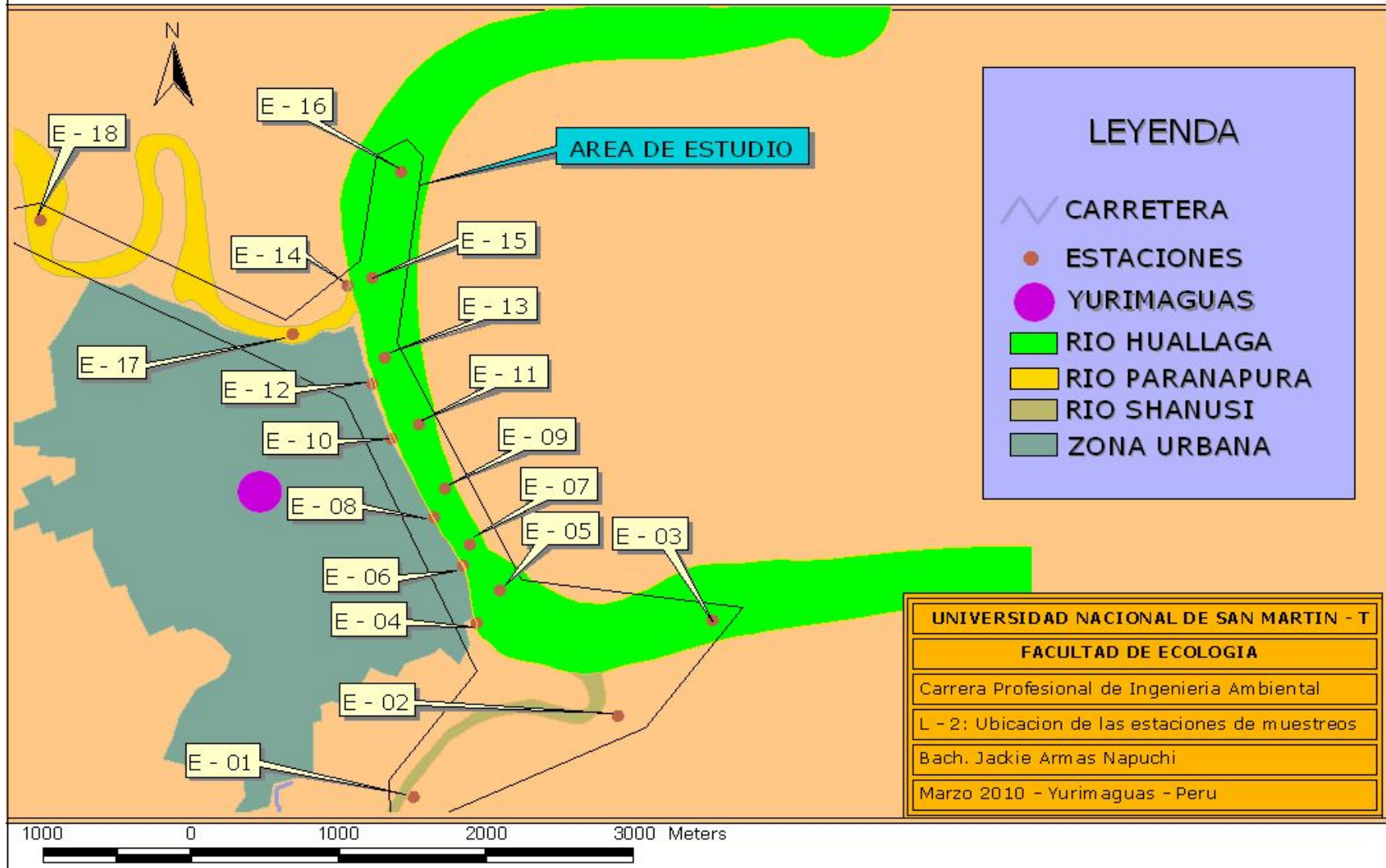


# **ANEXOS**

ANEXO N° 1: MAPAS.



# MAPA N° 02: UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREOS





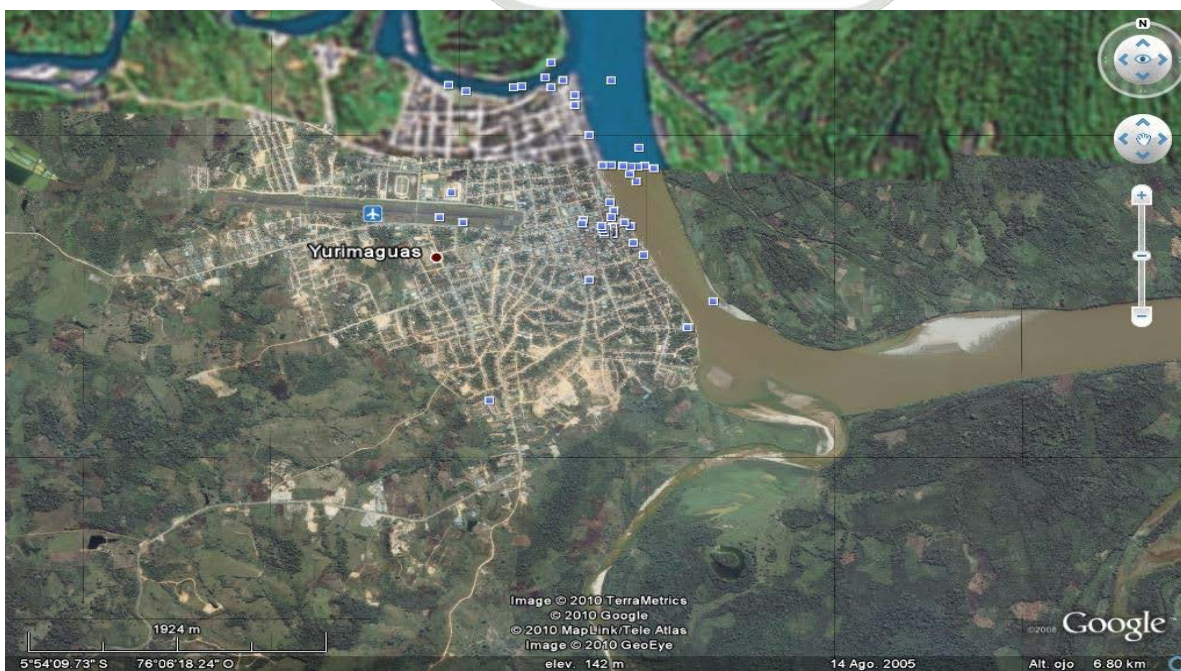
## ANEXO N° 2: IMÁGENES DE GOOGLE HEART.

**Imagen N°1:** Vista general de la ciudad de Yurimaguas y de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi.



*Fuente: Software Ambiental Google Heart.*

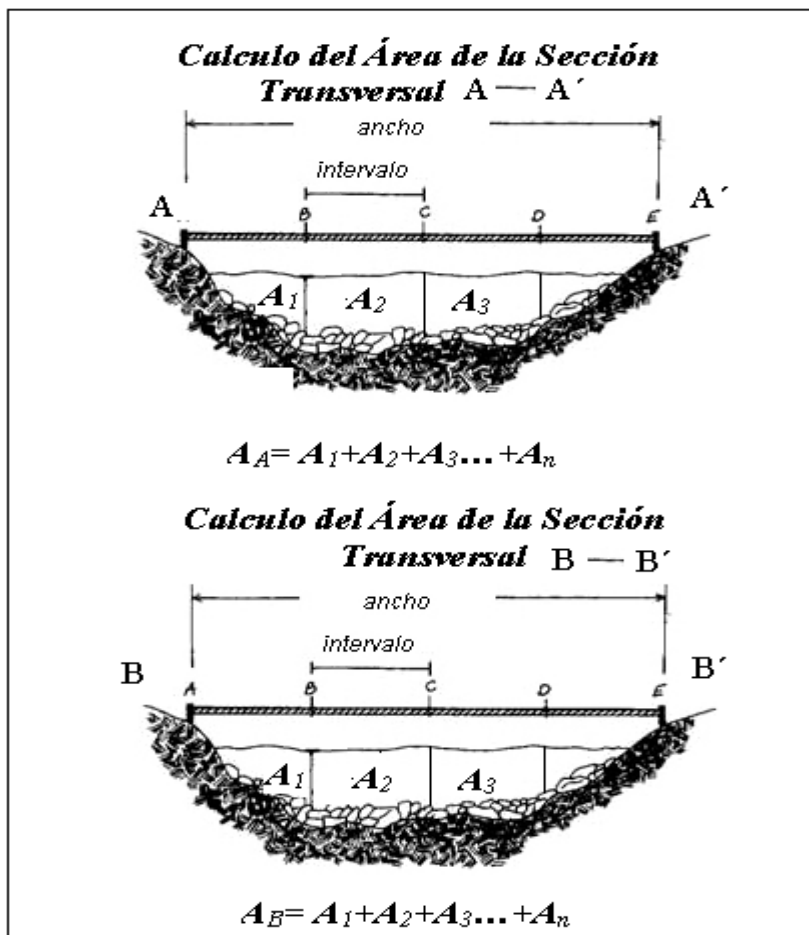
**Imagen N°2:** Vista general de la ciudad de Yurimaguas y de los ríos Huallaga, Parapapura y Shanusi.



*Fuente: Software Ambiental Google Heart.*

### ANEXO N° 3: METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE CAUDALES.

Figura N° 1: Diseños y Fórmulas para el Cálculo de Áreas para Determinar el Caudal de Descarga.



#### Calculo del Área Total de la sección

$$A_T = (A_A + A_B \dots + A_n) / n$$

**Donde:**

$A_T$  = Área total del curso o sección

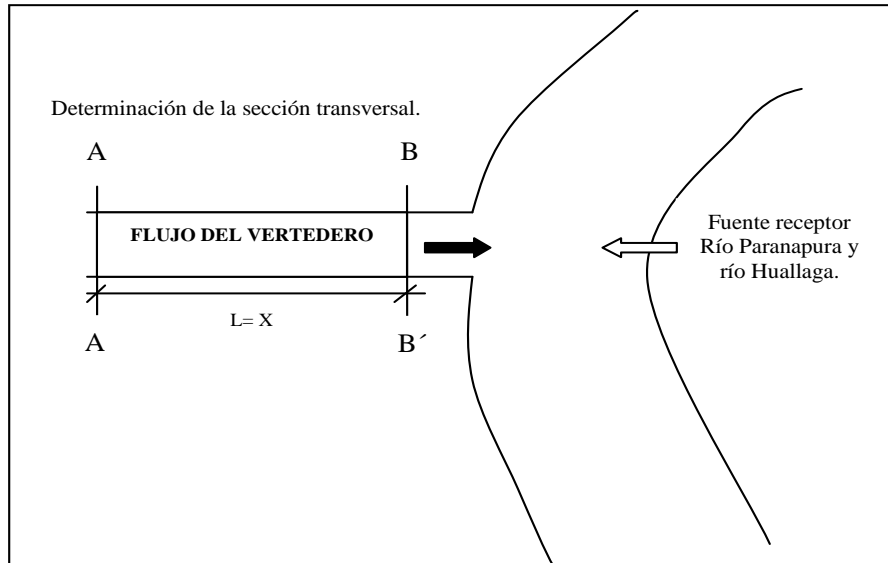
$A_A$  = Área en la sección A-A'

$A_B$  = Área en la sección B-B'

$A_n$  = Área de la sección n

n = Numero de secciones Transversales

**Figura N° 2: DISEÑO DE MEDICION DE CAUDALES.**



**Fuente:** Elaboración Propia 2009.



**ANEXO N° 4: FOTOS FASE DE CAMPO.**

**Foto N° 01:** Georreferenciación de la ruta del colector Suniyacu. 2009



**Foto N° 02:** Residuos Sólidos arrojados al colector Suniyacu. 2009



**Foto N° 03:** Atun quebrada a su paso por la calle Daniel Alcides Carrión cuadra 10. Época seca.2009



**Foto N° 04:** Pescadores tarrafeando en la desembocadura de un colector, en el río Huallaga. 2009



**Foto N° 05:** Georreferenciando los puntos de monitoreo en el río Huallaga. 2009



**Foto N° 06:** Trabajadores de salud ambiental, registrando valores de parámetros físico químicos del agua. Ing. Químico Miler (izquierda) y técnico Marco Mejía (Técnico),



**Foto N° 07:** Tecn. Marco Mejía junto al multiparámetro.



**Foto N° 08:** Turbidímetro HANNA.



**Foto N° 09:** Toma de muestras microbiológicas en el río Shanusi, estación N° 02. 2009



**Foto N° 10:** Preservación de muestras con ácido nítrico ( $HNO_3$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para análisis de TPH y Aceites y Grasas.





**Foto N° 11:** Toma de muestras para análisis de metales pesados en la estación de monitoreo N° 02 ubicado en el río Shanusi en época de lluvias. 2009



**Foto N° 12:** Rotulado de tubos de ensayo y frascos de agua tamponada-Laboratorio de control ambiental.2009




## ANEXO 5: FORMATOS DE MUESTREO

### FORMATO N° 1: Ficha de identificación de muestras.

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____
		Código de Laboratorio: _____
<b>LABORATORIO FISICO - QUIMICO</b>		
Solicitante/Programa:		
Origen de la Fuente:	Punto de Muestreo:	
Localidad:	Fecha y Hora de Muestreo:	
Distrito:	Fecha y Hora de llegada Lab.:	
Provincia:	Cantidad de Muestra:	
Departamento:	Muestreador:	
Preservada: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/ Parámetros:		

## FORMATO N° 2: Requisitos para toma de muestras de aguas y su manipulación.

### Determinaciones biológicas.

					
<b>Requisitos para toma de muestras de aguas y su manipulación</b> <b>Determinaciones biológicas</b>					
Parámetro	Material del frasco <sup>1</sup>	Volumen requerido	Conservación/ preservación	Tiempo para el transporte	Matriz <sup>2</sup>
<b>Bacteriológicos</b>					
Coliformes termotolerantes (NMP)	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	6 horas	AR, AS
Coliformes termotolerantes (FM)	V o P	500 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AD
Coliformes totales (NMP)	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	6 horas	AR, AS
Coliformes totales (FM)	V o P	500 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AD
Escherichia (NMP)	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AR, AS
Escherichia (NMP)	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AD
Enterococos (NMP)	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	6 horas	AM
Streptococos fecales (NMP)	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	6 horas	AM,AT
Salmonella (A/P)	V o P	2 a 4 L	refrigerar a 4 °C	6 horas	AS
Salmonella (A/P)	V o P	1 L	refrigerar a 4 °C	6 horas	AR
Vibrio cholerae (A/P)	V o P	2 a 4 L	refrigerar a 4 °C	24 horas	AS
Vibrio cholerae (A/P)	V o P	1 L	refrigerar a 4 °C	24 horas	AR cruda
Bacterias heterotróficas	V o P	100 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AD
Pseudomona aeruginosa	V o P	250 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	Agua embotellada
<b>Parasitológicos</b>					
Enteroparásitos	P o V	1000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AR cruda
Enteroparásitos	P	2000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AR tratada 1ra lag
Enteroparásitos	P	4000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AR tratada 2da lag
Enteroparásitos	P	8000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AR tratada 3ra lag
Enteroparásitos	P	2000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas	AS
Enteroparásitos	P	20 L	refrigerar a 4 °C	24 horas	AP
<b>Hidrobiológicos</b>					
Fitoplancton cuantitativo	V o P	250 mL	Lugol ácido formalina 5 %	15 días	
Fitoplancton cualitativo	V o P	> 5 L	formalina 5 %	15 días	
Fitoplancton cuali o cuantitativo	V o P	250 - 5 L	refrigerar a 4 °C	24 horas	

<sup>1</sup> P(Plástico); V(Vidrio) esterilizados

<sup>2</sup> AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AD(Agua Tratada); AP(Agua Potable); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar)

ago-05

Fuente: Memorandum N° 203-2005/DILAB/DIGESA

## FORMATO N° 3: Requisitos para toma de muestras de aguas y su manipulación.

### Determinaciones químicas.



#### Requisitos para toma de muestras de aguas y su manipulación<sup>1</sup> Determinaciones químicas

Parámetro	Material del frasco <sup>2</sup>	Volumen requerido	Conservación/ preservación	Tiempo máximo para análisis
<b>Parámetros Básicos</b>				
pH	determinación en campo			
Temperatura	determinación en campo			
Turbiedad	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Alcalinidad	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Color	P o V	500 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Sólidos sedimentables	P o V	1 000 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Sólidos <sup>3</sup>	P o V	1 000 mL	refrigerar a 4 °C	7 días
Cloruros	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Fluoruros	P	300 ml	refrigerar a 4 °C	28 días
Sulfatos	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Conductividad	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Dureza	P o V	500 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	3 meses
<b>Nutrientes</b>				
Oxígeno disuelto	determinación en campo			
DBO	P o V	1 000 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Fosfato	V (A)	200 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Cianuros	P o V	1 000 mL	Agregar NaOH hasta pH = 12 refrigerar a 4 °C	14 días 24 h / sulfuros
Nitritos	P o V	200 ml	refrigerar a 4 °C	48 h
Nitratos	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas 28 d / clorada
Aceites y grasas	V ámbar boca ancha	1 000 mL	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
DQO	P o V	200 mL	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
<b>Metales</b>				
En general	V(A) o P(A)	1 000 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	2 meses
Arsénico	V(A) o P(A)	500 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2, refrigerar 4°C	2 meses
Mercurio	V(A) o P(A)	500 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2, refrigerar 4°C	28 días
<b>Orgánicos</b>				
Organoclorados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Bifenilopoliclorados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Organofosforados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Piretroides	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Trihalometanos	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Hidrocarburos	V	1 000 mL	Agregar HCl hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días

<sup>(1)</sup> Basado en los métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales, APHA, AWWA, WPCF, 17a edición 1987

<sup>(2)</sup> V (Vidrio); P (Plástico); V(A) o P(A) = lavado con 1 + 1 HNO<sub>3</sub>; V(D)=lavado con acetona luego hexano

<sup>(3)</sup> Para sólidos disueltos, fijos, suspendidos, volátiles, totales.



# FORMATO N° 5: Ficha de registro de datos de campo

**MINISTERIO DE SALUD**  
 Dirección General de Salud Ambiental  
 "DIGESA"

## FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Cuenca del Río .....

DESA : .....

N° Estación	Origen de la Fuente	Descripción del Puento de Muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Fecha y Hora de Muestreo	T	pH	STD	OD	Conductividad umhos/cm	Coordenadas UTM		Observaciones
								°C		mg/L	mg/L		Este	Norte	



....., ..... de ..... del 2005

\_\_\_\_\_  
 (Nombre y Apellidos)  
 Responsable de la Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos

**ANEXO N° 6:** Límites Máximos Permisibles de los parámetros establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas.

