



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN  
MEDIANTE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS  
DEL RÍO UCAYALI, LOCALIDAD NUEVA ITALIA,  
2014**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**SALDAÑA RENGIFO, Elías**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA - PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A mis Padres, Abuelos y Hermanos  
por estar siempre apoyándome durante el  
transcurso de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS, a mis Padres, Abuelos, Hermanos, Asesor, Amigos y compañeros por el apoyo constante para la elaboración de la Tesis y forjarme así como un gran profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iii
GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
CAPITULO I .....	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Caracterización de la Realidad Problemática.....	15
1.2. Formulación del Problema .....	16
1.2.1.Problema General .....	16
1.2.2.Problemas Específicos .....	16
1.3. Objetivos .....	17
1.3.1.Objetivo General .....	17
1.3.2.Objetivos Específicos .....	17
1.4. Justificación.....	17
1.5. Importancia.....	18
1.6. Limitaciones .....	18
CAPÍTULO II .....	19
2. FUNDAMENTOS TEORICOS.....	19
2.1. Marco Referencial .....	19
2.1.1.Antecedentes de la Investigación.....	19
2.1.2.Referencias Históricas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2. Marco Legal.....	25
2.2.1. Ley.....	25
2.3. Marco Conceptual .....	28

2.4. Marco Teórico .....	42
2.4.1. Cuenca hidrográfica .....	42
2.4.2. Fuentes de contaminación puntual y dispersa .....	43
2.4.2.1. Alteraciones físicas del agua .....	45
2.4.2.2. Contaminación de Aguas Superficiales por Metales Pesados ..	45
2.4.3. Estudios de casos .....	48
CAPITULO III .....	51
3.    PLANTEAMIENTO METODOLOGICO .....	51
3.1. Metodología.....	51
3.1.1. Método .....	51
3.1.1.1. Ubicación geográfica .....	51
3.1.1.2. Red Hidrográfica .....	52
3.1.1.3. Clima .....	53
3.1.1.4. Estaciones de Muestreos .....	53
3.1.1.5. Frecuencia de muestreo .....	54
3.1.1.6. Procedimiento para la toma de muestras .....	54
3.1.2. Tipo de la investigación .....	55
3.1.3. Nivel de la investigación .....	55
3.2. Diseño de la investigación.....	55
3.3. Hipótesis de la investigación .....	55
3.3.1. Hipótesis general.....	55
3.3.2. Hipótesis específicas.....	55
3.4. Variables .....	56
3.4.1. Variable Independiente.....	56
3.4.2. Variable Dependiente .....	56
3.5. Cobertura del Estudio de Investigación .....	57
3.5.1. Universo .....	57
3.5.2. Población.....	58
3.5.3. Muestra .....	58
3.5.4. Muestreo .....	58

3.6. Técnicas e Instrumentos .....	58
3.6.1.Técnicas de la Investigación .....	58
3.6.2.Instrumentos de la Investigación .....	58
3.6.2.1.Análisis In Situ.....	59
3.6.2.2.Análisis de Laboratorio .....	59
3.6.3.Fuentes .....	60
3.7. Procesamiento estadístico de la información .....	60
3.7.1.Estadísticos .....	60
3.7.2.Representación .....	61
3.7.3.Técnica de comprobación de la hipótesis.....	61
CAPITULO IV.....	62
4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	62
4.1. Resultados del trabajo de Investigación .....	62
4.1.1.Resultados de los Parámetros Analizados In Situ.....	62
4.1.2.Resultados de los Parámetros Analizados In Situ.....	64
4.1.3.Análisis y Diseño de los resultados de Investigación .....	66
4.1.3.1.Parámetros In Situ.....	66
4.1.3.1.1.Potencial de Hidrógeno .....	66
4.1.3.1.2.Oxígeno Disuelto .....	67
4.1.3.1.3.Color.....	68
4.1.3.1.4.Conductividad Eléctrica .....	69
4.1.3.2.Parámetros de Laboratorio .....	70
4.1.3.2.1.Arsénico .....	70
4.1.3.2.2.Cadmio .....	71
4.1.3.2.3.Cromo.....	72
4.1.3.2.4.Zinc.....	73
4.1.3.2.5.Mercurio .....	74
4.2. Discusión de resultados .....	75
4.3. Contrastación de Hipótesis.....	78
CONCLUSIONES.....	79

RECOMENDACIONES .....	81
BIBLIOGRAFÍA .....	82
ANEXOS .....	87

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- **AAA:** Autoridad administrativa del agua
- **ALA:** Autoridad local del agua
- **AAS:**Aspecto ambiental significativo.
- **ANA:** Autoridad Nacional del Agua.
- **ANP:**Área natural protegida.
- **APCI:** Agencia Peruana de Cooperación Internacional.
- **CAN:** Comunidad Andina de Naciones.
- **CAR:**Comisión ambiental regional.
- **CDB:** Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- **CMA:** Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- **CONAM:** Consejo Nacional del Ambiente.
- **CONAP:** Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- **DAP:**Diagnóstico ambiental preliminar.
- **DGAEE:** Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos.
- **DGASA:** Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales.
- **DGAA:** Dirección General de Asuntos Ambientales.
- **DGAEE:** Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos.
- **DGAAM:** Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros.
- **DGFFS:** Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.
- **DIA:**Declaración de impacto ambiental.
- **DIGESA:** Dirección General de Salud Ambiental.
- **DOMA:** Dirección de Operaciones y Medio Ambiente.
- **EAE:**Evaluación ambiental estratégica.
- **EVAP:**Evaluación ambiental preliminar
- **FONAM:** Fondo Nacional del Ambiente.
- **IAGA:**Informe anual de gestión ambiental.
- **IIAP:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- **INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- **INGEMMET:** Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- **INIA:** Instituto Nacional de Investigación Agraria.
- **INRENA:** Instituto Nacional de Recursos Naturales.

- **LBA:**Línea de base ambiental.
- **LBF:**Línea de base física.
- **LBS:** línea base socioeconómica.
- **LGA:**Ley general del ambiente.
- **LMP:**Límite máximo permisible.
- **LRH:**Ley de recursos hídricos
- **MEM:** Ministerio de Energía y Minas.
- **MINAG:** Ministerio de Agricultura.
- **MINAM:** Ministerio del Ambiente.
- **MINCETUR:** Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- **MINSA:** Ministerio de Salud.
- **MITINCI:** Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales
- **MRE:** Ministerio de Relaciones Exteriores.
- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **MYPES:**Micro y pequeñas empresas
- **OEFA:** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **OSINERGMIN:** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- **OSINFOR:** Organismo Supervisor de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre.
- **PAC:**Plan ambiental complementario.
- **PAMA:**Programa de adecuación y manejo ambiental.
- **PEMA:**Programa especial de manejo ambiental.
- **PMA:**Plan de manejo ambiental.
- **PNA:** Política Nacional del Ambiente.
- **PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- **PSA:**Pago por servicio ambiental
- **SEIA:** Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- **SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- **SINEFA:** Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- **SINIA:** Sistema Nacional de Información Ambiental.

- **SNGA:** Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- **ZdA:** Zona de amortiguamiento (de un ANP)
- **ZEE:** Zonificación ecológica y económica.

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1	Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental para el Agua.....	28
Tabla 2	Ubicación de los puntos de Monitoreo de Agua Superficial .....	53
Tabla 3	Parámetros In Situ.....	59
Tabla 4	Parámetros de Análisis en Laboratorio .....	59
Tabla 5.	Resultados de los Parámetros Analizados In Situ.....	62
Tabla 6.	Resultados de los Parámetros Analizados en Laboratorio.....	64

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Área de Estudio .....	52
Figura 2 Operacionalización de las Variables .....	57
Figura 3 Valores de PH .....	66
Figura 4 Valores de Oxígeno Disuelto.....	67
Figura 5 Valores de Color.....	68
Figura 6 Valores de Conductividad Eléctrica.....	69
Figura 7 Valores de Arsénico .....	70
Figura 8 Valores de Cadmio.....	71
Figura 9 Valores de Cromo .....	72
Figura 10Valores de Zinc .....	73
Figura 11Valores de Mercurio .....	74
Figura 12 Medición de color .....	87
Figura 13 Medición de parámetros IN SITU .....	87

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar el grado de contaminación a través de parámetros físicos y químicos, presentes en agua del río Ucayali, la cual se tiene un interés particular por ser la principal fuente de agua de los poblados aledaños, por ello es necesario determinar su estado actual de acuerdo a Ley General de Recurso Hídricos N° 29338 y su reglamento D.S. N° 001-2010-AG, en el artículo 106° del Capítulo III, Título II, indica que los cuerpos de agua del país se clasifican, respecto a sus usos, ya sean terrestres o marítimos. Por ello, mediante R.J. N° 202-2010-ANA.

Mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA para agua), lo cual define los parámetros de calidad ambiental por categoría del cuerpo de agua, de acuerdo al presente trabajo de investigación se evaluó e interpretó los resultados con las siguientes categorías: Categoría 1: Poblacional y recreacional (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y B1: Contacto primario de aguas superficiales destinadas a recreación) y Categoría 4: Conservación del ambiente acuático para los ríos de la selva.

Se investigaron los niveles de concentración de parámetros físicos y químicos en las aguas del citado río. Se tomaron muestras de las aguas del Río Ucayali en dos puntos diferentes comprendidos aproximadamente uno a 100 metros del centro poblado de Nueva Italia (aguas arriba) y el otro aproximadamente a 1 000 metros del vertimiento de efluentes domésticos del centro poblado de Nueva Italia (aguas abajo).

La investigación se realizó con el monitoreo de aguas superficiales mes a mes durante un año iniciando en el mes de Enero a Diciembre del 2014. Los parámetros investigados fueron físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc). En las Agua se encontraron concentraciones elevadas de los parámetros como color, oxígeno disuelto, arsénico y zinc que sobrepasan los ECAs de acuerdo a ley. Lo que significa que debemos de considerar tomar medidas preventivas para el

tratamiento a estas aguas en lo que concierne a estos cuatro parámetros ya mencionados.

Palabras clave: Grado de contaminación, monitoreo de Aguas Superficiales

El Autor

## ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of determining the degree of contamination through physical and chemical parameters, present in water of the Ucayali river, which has a particular interest to be the main source of water in the surrounding villages, so it is necessary to determine its current status according to General Law of Water Resources N° 29338 and its D.S. N ° 001-2010-AG, in article 106 of Chapter III, Title II, indicates that the water bodies of the country are classified, with respect to their uses, whether terrestrial or marine. Therefore, by R.J. No. 202-2010-ANA

Through D.S. N ° 002-2008-MINAM, the National Environmental Quality Standards for Water (ECA for water) were approved, which defines the parameters of environmental quality by category of water body, according to the present research work was evaluated and Interpreted the results with the following categories: Category 1: Population and recreational (A1: Water that can be potable with disinfection and B1: Primary contact of surface water intended for recreation) and Category 4: Conservation of the aquatic environment for rainforest rivers.

The levels of concentration of physical and chemical parameters in the waters of that river were investigated. Samples of the waters of the Ucayali River were taken at two different points, approximately one to 100 meters from the center of Nueva Italia (upstream) and the other about 1,000 meters from the effluent from the town of Nueva Italia (downstream).

The investigation was carried out with the monitoring of surface waters month to month during a year beginning in the month of January to December of 2015. The parameters investigated were physical (Conductivity, dissolved Oxygen, pH, Color) and chemical (Arsenic, Cadmium, Mercury, Zinc). In the Water were found high concentrations of the parameters like color, dissolved oxygen, arsenic and zinc that surpass the RCTs according to law. This means that we must consider preventive measures for the treatment of these waters in relation to these four parameters already mentioned.

Keywords: Degree of pollution, Surface Water Monitoring

TheAuthor

## INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda. El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Hay que considerar también que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas como se ha dicho, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas. Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del medio ambiente acuático para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales. El hombre continúa utilizando el agua con su contaminación. Es difícil eliminar los contaminantes y si el agua original tiene gran proporción de minerales, el problema se complica (SENAMHI, 2007).

La mejor manera de conservar tanto los procesos como la biodiversidad de estos ecosistemas de agua dulce se basa en la comprensión y preservación de las características fundamentales que definen a cada sistema. Paradójicamente, los sistemas lóticos son los receptores finales de todas las sustancias contaminantes de origen natural o antropogénico, en particular, el hombre utiliza a los ríos para eliminar residuos líquidos. De esta forma la urbanización, la industrialización y las actividades relacionadas con la agricultura y ganadería afectan severamente la calidad de los cursos de agua. Los efectos de la contaminación modifican no solo las propiedades físicoquímicas, sino también los patrones espaciales y temporales de las comunidades vegetales y animales de los sistemas receptores (Plataroti, 2010).

La problemática presente en el río Ucayali es la misma que se da a conocer para otros ecosistemas similares, por lo que se hace necesario determinar el grado de contaminación a través de análisis físicos y químicos. El estudio de la contaminación en el agua del río Ucayali tiene un interés particular

por cuanto el agua y su biodiversidad según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA. Esto contribuirá como parte para tomar las medidas pertinentes a través de estrategias que lleven al mantenimiento de la calidad natural del río Ucayali.

## **CAPITULO I**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación del agua por años viene siendo un factor determinante en la salud pública de las personas; se ha incrementado enormemente debido a una falta de atención por parte de las autoridades y concientización por parte de los pobladores. La presente investigación brinda una amplia noción sobre la problemática que afecta al centro poblado de Nueva Italia amenazada por la mala disposición de los efluentes domésticos y las consecuencias que se originan debido a este problema.

El río Ucayali es uno de los recursos hídricos e hidrobiológicos significativo del Distrito del Tahuanía, debido a que su cuenca se ha desarrollado actividades urbanas, agrícolas y otros que son de importancia para la población, sin embargo no se tiene mucho conocimiento con relación a la distribución espacial de los parámetros físicos y químicos en la zona de estudio.

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre; sin embargo cuando se liberan en el ambiente por las actividades humanas pueden llegar a convertirse en contaminantes en el agua superficial, subterránea, otros ambientes acuáticos (Reyes, Alvarado, Magdalena, García, Gonzales, Gonzales, Vázquez).

#### **1.1. Caracterización de la Realidad Problemática**

Las aguas del río Ucayali siempre se han caracterizados por ser una de las principales recursos de todos los que dependen de esta cuenca. Estas aguas pueden contaminarse en su trayecto desde el nacimiento hasta su desembocadura, y transportar y acumular contaminantes. Los malos hábitos nos llevaron a tener como primeros desechos a los formados por materiales (restos de comida, cáscaras, etc.) generados por nosotros mismos. Los segundos son los contaminantes como son aguas negras arrojadas por las casas, industrias, hospitales o los agricultores. Al dejar basura orgánica en el agua, se generan bacterias que se alimentan con esos desechos, su actividad aumenta su

reproducción será mayor, y luego crece exageradamente su población, en consecuencia consumen un mayor volumen del oxígeno disuelto en el agua; causando la muerte de muchos peces al no tener ese elemento indispensable para realizar el proceso respiratorio. Sin embargo, las bacterias no se afectan porque muchas especies pueden realizar la respiración sin la presencia de oxígeno. Ese proceso conocido como fermentación ocasiona que el agua se vuelva turbia, que despidan olores fétidos por la presencia de ácidos por fermentación, y originará la muerte de muchos peces.

Los metales presentes en el agua son difíciles de eliminar de este medio, puesto que los propios organismos los incorporan a sus tejidos y de estos a sus depredadores, en los que se acaban manifestando. La toxicidad de estos metales pesados es proporcional a la facilidad de ser absorbidos por los seres vivos, un metal disuelto en forma iónica puede absorberse más fácilmente que estando en forma elemental, y si esta se halla reducida finalmente aumentan las posibilidades de su oxidación y retención por los diversos organismos. Sus efectos tóxicos de los metales pesados no se detectan fácilmente a corto plazo, aunque si puede haber una incidencia muy importante a medio y largo plazo. Por ello se requiere conocer el grado de contaminación de las aguas del río en estudio, las cuales fueron alteradas de forma negativa durante años por actividades antropogénicas. De esta forma dar a conocer a las autoridades para que tomen las medidas del caso para su adecuado tratamiento así darle un buen uso de acuerdo a ley.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el Grado de Contaminación medidos mediante parámetros físicos y químicos del río Ucayali Localidad Nueva Italia, 2014?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) en agua dentro de la zona de estudio?

¿Cuáles el nivel de concentración de los parámetros químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua en la zona de estudio contra los parámetros de los ECA establecidos?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Caracterizar el Grado de Contaminación medidos mediante parámetros físicos y químicos del Río Ucayali Localidad Nueva Italia.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Caracterizar el nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color).

Caracterizar la concentración de los parámetros químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) del Rio Ucayali.

### **1.4. Justificación**

El agua superficial en nuestro país es relativamente abundante ya que su calidad es crítica en algunas regiones del país. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el país pues constituye un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, lo que compromete el abastecimiento tanto en calidad como en cantidad, sus actividades que dependen de este recurso y por ende la salud de las personas.

Teniendo en cuenta que el centro poblado de Nueva Italia depende únicamente del Río Ucayali, se vio necesario realizar un estudio de este cuerpo de agua, con el fin de establecer el posible impacto a la salud por la falta de tratamiento de aguas residuales domésticas, que son vertidas a fuentes naturales de agua y el uso de sustancias contaminantes en distintas actividades productivas. A través de este estudio de investigación se busca dar a conocer a la instituciones competentes para que tomen medidas de intervención que permitan reducir la exposición y mejorar las condiciones ecosistémico de la zona, de modo

que se pueda orientar la toma de decisiones en relación a las medidas que se deben acatar para preservar el ambiente acuático de la zona afectada y frente a las políticas que en materia ambiental, debe asumir el gobierno para mejorar la actual situación.

### **1.5. Importancia**

Esta situación es de particular importancia, ya que la demanda de agua para uso y consumo humano y desarrollo de actividades productivas aumenta a gran escala debido en parte al acelerado y desproporcionado crecimiento de la población, pero también, porque el hombre está usando más agua per cápita cada año para satisfacer sus necesidades (WRI et al, 1999). El cuidado y conservación de los cuerpos de agua radica en el papel que estos tienen en los ecosistemas, ya que ayudan como suministro de agua de ciudades y cabeceras municipales, pesca, recreación, belleza del entorno, regulador de clima, hábitat de especies endémicas y migratorias. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, desechos agrícolas, fertilizantes y aguas negras, generan una gran cantidad de residuos muchos de los cuales van a parar al agua. Las descargas de estas pueden contener elementos de difícil remoción y asimilación en los sistemas de tratamiento biológico y en los ecosistemas acuáticos (Rojas, 2011).

### **1.6. Limitaciones**

Durante el desarrollo de la investigación confrontamos algunas limitaciones. A continuación señalamos algunas de ellas:

- Debido a la falta de recursos económicos y al alto costo de los análisis de las muestras, no fue posible realizar un número mayor de muestras. Con un mayor número de muestras se mejoran los resultados estadísticos y cuantitativos.
- Pérdida de muestras coleccionadas por errores técnicos.
- La mala graduación de los equipos.
- El mantenimiento de los equipos.
- Los Factores Climatológicos.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 2.1. Marco Referencial

##### 2.1.1. Antecedentes de la Investigación

Las viviendas cercanas al Río Ucayali, como los AAHH, pueblos jóvenes y otras habilitaciones descargan sus efluentes a los caños naturales, quebradas, directamente a este mismo ríos e innumerables descargas clandestinas que alimentan este cuerpo natural, que generan un impacto potencial bastante significativo sobre su calidad, los mismos que ponen en riesgo la salud de la población usuaria de los mismos. Uno de los principales problemas de las ciudades en expansión, sin proyectos de saneamiento ni tratamiento de agua, es su contribución a la contaminación de agua superficial. La agricultura afecta a las aguas superficiales por el uso intensivo de insumos químicos (GOREU, 2012).

Contaminación del agua el líquido primordial para la vida en la tierra esta irracionalmente contaminada atentando de manera crítica contra la salud humana y de toda existencia viva, con las descargas masivas de desagües municipales e industriales se ha sobrepasado ampliamente los límites de auto depuración de todas las autoridades y funcionarios involucrados en defender la salud de nuestro planeta. Desde hace mucho tiempo, el desconocimiento, la insensibilidad y la falta de una legislación adecuada han permitido que los afluentes industriales y desagües sean vertidos directamente a los ríos y lagos como es el caso del Río Ucayali (descomposición de especies). Los resultados de esta acumulación gradual son catastróficos. En mucho lagos y ríos con alta contaminación han desaparecido peces y otras especies acuáticos y que los que sobreviven sufren mal formaciones. Pero no todo es sombrío, con un trabajo preventivo se puede revertir esta situación y recuperar nuevamente su vida (GOREU, 2012).

### **2.1.2. Referencias Históricas**

**Roggiero, A. & Saucedo, A. (2001). Evaluación de la Calidad Natural del agua del Río Dos Novillos y algunas observaciones sobre los sistemas de producción agropecuarios desarrollados en sus márgenes. Universidad EARTH. La Argentina de Pocora, Provincia de Limón, zona Atlántica de Costa Rica.**

Se evaluó la calidad del agua del río Dos Novillos y se determinó que los parámetros fisicoquímicos se encuentran por debajo de los valores máximos admisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la ley para la calidad de agua potable de Costa Rica. Por lo tanto, en los parámetros físico-químicos, el agua no presenta ningún problema para el consumo humano. Sin embargo, en los resultados microbiológicos se encontró la presencia de coliformes, por lo que el agua no es potable. Debido a esto es necesario aplicar al agua un tratamiento que permita potabilizarla.

Se puede observar que durante toda la época de muestreo, la variación del clima influyó en los resultados obtenidos. La precipitación fue muy fluctuante y presentó en muchos casos eventos significativos que suponen un aumento o disminución en la concentración de ciertos elementos en el agua, lixiviados, arrastrados e incorporados a la subcuenca producto de actividades agropecuarias y de los asentamientos humanos.

**Gómez, A. & Otros. (2004). “Metales Pesados en el Agua Superficial del Río San Pedro Durante 1997 y 1999”. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Volumen 2, N°01. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.**

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se detectó la presencia de valores elevados de metales pesados (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn), conductividad eléctrica y sulfatos; así como valores bajos de pH en ambas etapas de

este estudio en las estaciones de muestreo del río San Pedro más cercanas a la actividad minera de la región de Cananea, Sonora (específicamente al Depósito Concentradora Vieja). Estos fueron superiores a los valores máximos permitidos establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua. Por lo tanto, se describe en primer orden de importancia la explotación minera de la región como la principal fuente de contaminación del agua superficial del río San Pedro, aun cuando el Depósito Concentradora Vieja dejó de operar a partir de 1985. En segundo orden de importancia como fuente de contaminación de este río se consideran las descargas de aguas residuales (aguas negras sin tratamiento) provenientes de la ciudad de Cananea, Sonora.

**Rojas Mayorquín Citlalli Micaela (2011). “Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit. Universidad de Guadalajara - Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales. México.**

Estudios como el desarrollo en la presente tesis permiten la participación interdisciplinaria en la que áreas profesionales como la química, la ingeniería ambiental, la biología, la hidrología, entre otras pueden confluir en el campo de la salud ambiental y proporcionar elementos de análisis para el diagnóstico y propuestas de atención al recurso.

El valor metodológico de este proyecto se refiere a la caracterización de los parámetros que califican la composición del agua y el uso de la misma. La posible generación de proyectos derivados de la base diagnóstica aquí presentada, permitirá la futura integración de estudios para el uso del recurso hídrico en condiciones críticas de contaminación, así como profundizar en la determinación de los metales pesados u otros indicadores de contaminación. De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- a) La contaminación observada en el río San Pedro, Nayarit, es de tipo microbiológico, seguido por compuestos fisicoquímicos. En las muestras estudiadas no se registró presencia de plaguicidas.
- b) Los altos valores en los parámetros microbiológicos, como: coliformes totales y fecales; y los valores de fisicoquímicos, como: color, turbiedad, dureza total, fenoles, fluoruros, nitrógeno amoniacal, sulfatos, SDT, y detergentes; limitan o facilitan el crecimiento de vida acuática, así como el uso agrícola y pecuario del agua.
- c) Se determinó que el agua del río San Pedro, Nayarit, está contaminada y no es adecuada para el uso y consumo humano, excepto para organismos acuáticos resistentes a ella. Los valores ICA corresponden en un inicio del estudio con un valor promedio de 81 para el primer muestreo, seguido por 60 en el segundo muestreo y finalizando con un valor promedio de 59, indicando un descenso en la calidad.
- d) Se identificó un máximo de 150 especies de fitoplancton en el mes de Junio de 2009, 54 especies en Noviembre de 2008, y 72 para Septiembre de 2009 pertenecientes a los grupos: Crysophytas, Clorophytas, Cyanophytas y Euglenophytas. Las grandes poblaciones de plancton sugieren que el río presenta un alto grado de eutroficación, incrementos en la materia orgánica, salinidad y cambios en la mineralización del agua (se refiere al intercambio de las cualidades de un mineral al agua).
- e) Los valores de concentración de los metales pesados se encuentran en niveles de concentración que evidencian diferentes grados de toxicidad. Se comprueba que la contaminación por Fe, Hg, Pb, Mn, Si y Ti tienen origen antropogénico, siendo los vertidos existentes en el municipio de

Ruiz y Tuxpan las principales fuentes de contaminación por metales pesados.

Es evidente una ausencia de tratamiento en las descargas, la cantidad de microorganismos patógenos presentes es una señal de alerta sanitaria a la población. El río requiere de un saneamiento básico (limpieza en los bordes del río, plantas de tratamiento, reutilización del agua) que elimine los contaminantes que se han acumulado durante muchos años, para que restablezca el valor ecológico del río.

**Combariza, D. (2007). Contaminación por Metales Pesados en el Embalse del Muña y su Relación con los Niveles en Sangre de Plomo, Mercurio y Cadmio y Alteraciones de Salud en los Habitantes del Municipio de Sibaté (Cundinamarca). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología. Bogotá: Instituto Nacional de Salud, Laboratorio de Salud Ambiental.**

La determinación de los niveles de plomo, mercurio y cadmio en sangre con los parámetros utilizados en el presente estudio, no registró ningún caso que superara los valores de referencia establecidos como seguros. Es de resaltar que el promedio de los valores obtenidos para el cadmio y el plomo fue mayor al reportado por un estudio realizado diez años atrás en la misma zona.

No se presentó un comportamiento particular de los síntomas reportados que permitiera intuir un posible efecto tóxico crónico de los metales en estudio; tampoco se identificó ningún hallazgo clínico asociado al efecto tóxico de la exposición a los metales en estudio, ni se logró establecer una vía de exposición específica.

No se documentó ningún efecto clínico asociado a la exposición a los metales estudiados. Se identificó una prevalencia incrementada de alteraciones irritativas de vías respiratorias superiores, especialmente conjuntivitis y rinitis alérgica crónica, al parecer relacionada directamente con la calidad del aire en la zona.

Estos hallazgos permiten concluir que la contaminación por metales pesados del cuerpo de agua del embalse del muña, no se comporta como un factor que esté generando un deterioro evidente de la salud de la población; sin embargo no se descarta la existencia de efectos sutiles derivados de la exposición a dosis bajas.

**Basualdo, G. y Yacila, J. (2015). Determinación de Arsénico y Cadmio en aguas del Río Rímac y Habas Cultivadas en el Distrito de San Mateo de Huánchor de la Región de Lima. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Lima.**

Las muestras de aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima, presentan una concentración promedio de arsénico de 18,35 ppb con cifras extremas de 16,34 ppb – 21,34 ppb.

No se hallaron residuos de cadmio en aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima, por lo que no se determinó su concentración promedio.

El promedio de concentración de residuos de arsénico en aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima es 18,35 ppb y no supera los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 002-2008 del Ministerio Nacional de Ambiente y de la Organización Mundial de la Salud (50 ppb en ambos casos).

El promedio de concentración de residuos de cadmio en habas irrigadas con aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima es 49,45 ppb y no supera el límite máximo permisible establecido por el Codex Alimentarius (100 ppb). La concentración media de cadmio en aguas de río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima no fue detectada, posiblemente por encontrarse en forma de trazas y además la sensibilidad del equipo es de 4 ppb.

Además es importante indicar que en dicha zona la explotación es principalmente de plata, cobre y plomo. El cadmio abunda más en la corteza terrestre en forma de sales; y sólo con la explotación minera y la mala regularización y fiscalización de las industrias mineras se contaminaría las aguas de los ríos.

El equipo de la Dirección General de Salud (DIGESA) realizó un monitoreo de las aguas de éste mismo río obteniendo valores promedios mensuales desde el año 2000 al 2008 siendo todas inferiores al límite máximo permisible (basados para entonces con la siguiente normativa: Ley N° 17752. Ley General de Aguas y el Decreto Supremo 261-69-AP Reglamento de la Ley General de Aguas).

## **2.2. Marco Legal**

### **2.2.1. Ley**

- Constitución Política del Perú de 1993.
- Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales – Ley N° 26821.
- Decreto Legislativo N° 757, Ley marco para el crecimiento de la investigación privada.
- Ley General de Salud Ley N° 26842.
- Ley General del Ambiente N° 28611.
- Reglamento de la Ley de los Recursos Hídricos Ley N° 29338.
- Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua – Sector Hidrocarburos, Vol.II-2.
- R.J. N° 182-2011-ANA. Aprobar el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, que forma parte integrante de la presente resolución
- Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud
- D.S. N° 023-2009-MINAM. Aprueban disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.

- R.J. N° 202-2010-ANA. Aprobar la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, conforme a la relación que se adjunta en el Anexo N° 1 y que forma parte de la presente Resolución, de acuerdo al Informe Técnico N° 0112-2010-ANA-DCPRH-ERH-CAL de fecha 18-03-2010.
- D.S. N° 002-2008-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA para el agua)

De acuerdo al artículo 1 de la Ley N° 28817 ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de los dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha ley;

Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, contando con la propuesta de Estándares Totales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013; En uso de las facultades conferidas por el artículo 118 de la Constitución Política de Perú;

**DECRETA:**

Artículo 1º.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no represente riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

De acuerdo al proyecto de investigación, la evaluación e interpretación de resultados se efectuara con las siguientes categorías:

**Categoría 1:** Poblacional y recreacional

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

**B1:** Contacto primario de aguas superficiales destinadas a recreación.

**Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático para los ríos de la selva.

En la Tabla 1 se presenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua categoría 1 (A1 - B1) y categoría 4.

Tabla 1. Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental para el Agua

Parámetros Actuales	Unidad	Categoría 1: Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable		Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático
		Agua Potable	Recreación	Ríos
		A1	B1	Selva
		Valor	Valor	Valor
Físicos y Químicos		Valor	Valor	Valor
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	Sin cambio normal	20
Conductividad	uS/cm	1 500	**	1000
Oxígeno disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	≥ 5
Ph	pH	6,5 – 8,5	6 - 9 (2,5)	6,5 – 8,5 -9
<b>Inorgánicos</b>				
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05
Cadmio	mg/L	0,003	0,01	0,004 - 0,00025
Cromo total	mg/L	0,05	0,05	0,011
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	0,0001
Zinc	mg/L	3	5	0,3 -012

Fuente: D.S. N° 002-2008-MINAM

\*\* : Se entenderá que para la sub categoría el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la autoridad competente determine.

### 2.3. Marco Conceptual

En el presente proyecto de investigación, se dará un marco conceptual para definir los conceptos claves que deben estar claros para la comprensión del estudio a realizar.

- **Afluente**, se considera afluente aquel río que desemboca en otro río y que tiene menos caudal y menos cuenca de recepción que el río principal.

- **Agricultura**, se designa con el término de Agricultura a la labranza o cultivo de la tierra y que además incluye todos los trabajos relacionados al tratamiento del suelo y a la plantación de vegetales. En tanto, las actividades agrícolas, tal como se denomina a las mencionadas tareas, suelen estar destinadas a la producción de alimentos y a la obtención de frutas, verduras, hortalizas y cereales.
  
- **Agua**, recurso natural renovable indispensable para la vida. Vulnerable y estratégico para el desarrollo de la vida, el mantenimiento de los ecosistemas y ciclos naturales que la sustentan y la seguridad de la nación.
  
- **Agua Dulce**, Agua no salada, como la que se encuentra en lagos, ríos y arroyos, pero no en los océanos. El agua dulce es agua que contiene cantidades mínimas de sales disueltas, distinguiéndose así del agua de mar o agua salobre.

Toda agua dulce procede en origen de la precipitación de vapor de agua atmosférico que, o bien llega directamente a los lagos, los ríos y las aguas subterráneas, o bien lo hace por el derretimiento de la nieve o del hielo.

- **Aguas subterráneas**, es la que se encuentra bajo la superficie terrestre y ocupa los poros y las fisuras de las rocas más sólidas. En general, mantiene una temperatura muy similar al promedio anual en la zona, por ello, en las regiones árticas, puede helarse.

El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años. No obstante, la mayor parte de los yacimientos están a poca profundidad y desempeñan un papel discreto pero constante dentro del ciclo hidrológico. A nivel global, el agua subterránea representa unas veinte veces más que el total de las aguas superficiales de todos los continentes e islas, de ahí la importancia de esta agua como reserva y como recurso de agua dulce. Además, tiene un importante papel en la naturaleza. El efecto de la gran reserva de agua

respecto al flujo anual, es esencial para mantener el caudal de base de muchos ríos y la humedad del suelo en las riberas y áreas bajas.

- **Aguas superficiales**, son las aguas continentales que se encuentran en la superficie de la Tierra. El agua superficial proviene de las precipitaciones, no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o es también la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas. Se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra, forman ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales. Las aguas superficiales pueden estar fluyendo constantemente como los ríos o estar en reposo como los lagos y lagunas. El escurrimiento se da sobre la tierra debido a la gravedad y a la inclinación del terreno. Así cuando el agua cae del cielo (o se precipita, por ejemplo en forma de lluvia) la que no se infiltra, escurre en la dirección de la pendiente (hacia abajo) hasta que llega a los ríos y lagos.

Ríos: es una corriente natural de agua que fluye con continuidad y siempre por gravedad discurre de las partes altas hacia las bajas. Posee un caudal determinado y finalmente desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en este último caso se le denomina afluente. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación. Cuando el río es corto y estrecho recibe el nombre de riachuelo o arroyo.

Lagos: es un cuerpo de agua dulce o salada sin conexión con el mar. Es un componente más del agua superficial del planeta. Los lagos se forman porque el agua superficial que procede de los escurrimientos de la lluvia (y posiblemente de filtraciones del agua subterránea) se ha acumulado debido a una depresión del terreno, creada normalmente por fallas geológicas. Algunos se forman por la obstrucción de valles debido a desplomes en sus laderas. Otros lagos son de origen volcánico. En un lago las velocidades del río disminuyen, y por consiguiente se

produce sedimentación, evaporación e infiltración. Dependiendo de las dimensiones del lago, su forma y profundidad especialmente, se producirán corrientes, tanto horizontales como verticales que le darán sus características especiales como ecosistemas. La mayoría de los lagos generalmente tiene un río de entrada y otro de salida. En algunos casos especiales, la salida superficial no existe (Lago de Atitlán) y a este tipo de cuenca se le conoce como ENDORREICA.

Lagunas, son depósitos naturales de agua, generalmente dulce y de menores dimensiones que los lagos. Las lagunas suelen ser muy productivas debido fundamentalmente al mayor contacto de los sedimentos con la superficie del agua como consecuencia de su escasa profundidad. Las plantas con raíces pueden desarrollarse en una laguna de una costa a la opuesta, al contrario de los lagos en los cuales, al ser más grandes y hondos, sólo pueden crecer en sus márgenes y en caletas poco profundas.

Océanos, se denomina océano al volumen de agua de la Tierra. Los océanos se clasifican en tres grandes océanos: Atlántico, Índico y Pacífico; y dos menores Ártico y Antártico, delimitados parcialmente por la forma de los continentes y archipiélagos. Los océanos Pacífico y Atlántico a menudo se distinguen en Norte y Sur, según estén en el hemisferio Norte o en el Sur: Atlántico Norte y Atlántico Sur, y Pacífico Norte y Pacífico Sur.

Mares, los mares son masas de aguas superficiales pero saladas y de tamaño inferior al océano. Existen tres categorías de mares: mares litorales, mares continentales y mares interiores o cerrados.

Mares litorales, los mares litorales o costeros pueden ser considerados como golfos, muy grandes y ampliamente abiertos, de los océanos. Son mares litorales el mar de Beaufort en el océano Ártico, el mar de Noruega en el Atlántico o el mar de Omán en el Índico, entre otros.

Mares continentales, entre los cuales destaca el mar Mediterráneo, deben su nombre al hecho de hallarse enteramente situados dentro de los continentes, aunque comunicados con los océanos por un estrecho. Además del Mediterráneo, son mares continentales el mar Báltico, el mar Negro y el mar de Japón.

Mares cerrados, los mares cerrados suelen ocupar extensas depresiones endorreicas. Corresponden a lagos muy grandes, de agua más o menos salada, entre los cuales destacan el mar Muerto, el mar Caspio y el mar de Aral.

- **Antropogénico**, De origen humano o derivado de la actividad del hombre.
  
- **Bioacumulación**, Proceso de acumulación de ciertos productos dentro de los organismos. Algunos metales pesados e hidrocarburos clorados son acumulados por los organismos acuáticos. Es por eso que pueden encontrarse concentraciones muy altas de estos elementos químicos en tejidos biológicos, aun cuando se hallen extremadamente diluidos en el medio acuático circundante.
  
- **Biodiversidad o diversidad biológica**, es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

El concepto fue acuñado en 1985, en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos. Edward O. Wilson (1929 - ), entomólogo de la Universidad de Harvard y prolífico escritor sobre el tema de conservación, quien tituló la publicación de los resultados del foro en 1988 como "Biodiversidad".

- **Caudal**, en hidrografía, hidrología y, en general, en geografía física, al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. Se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma. Suele medirse en m<sup>3</sup>/seg lo cual genera un valor anual medido en m<sup>3</sup> o en Hm<sup>3</sup> (hectómetros cúbicos: un Hm<sup>3</sup> equivale a un millón de m<sup>3</sup>) que puede emplearse para planificar los recursos hidrológicos y su uso a través de embalses y obras de canalización. El promedio del caudal estacional o mensual de un río a lo largo de una serie de años constituye lo que se denomina régimen fluvial de ese río.
  
- **Comunidad vegetal**, Conjunto más o menos homogéneo de plantas pertenecientes a distintos táxones, que ocupan un cenótopo y hábitat determinados. Una comunidad vegetal no es sólo una yuxtaposición de poblaciones de plantas sino una nueva realidad que se individualiza, ya que las especies que la constituyen además de tener que acoplarse y competir entre sí tienen que armonizarse con los factores ambientales, sucesionales y antropógenas.
  
- **Conservación**, es el método de utilización de un recurso natural o el ambiente total de un ecosistema particular, para prevenir la explotación, polución, destrucción o abandono y asegurar el futuro uso de ese recurso. Se trata de una actividad que fue adquiriendo protagonismo en relación con la industrialización y el uso continuado de materias no renovables, y tras el convencimiento de que nuestra vida tecnológica sólo puede mantenerse mediante la conservación sostenible de los recursos.
  
- **Corteza terrestre**, Es la capa rocosa externa de la Tierra. Es comparativamente fina, con un espesor que varía de 7 km, en el fondo oceánico, hasta 70 km en las zonas montañosas de los Continentes.

Los elementos más abundantes de esta capa son el silicio, el oxígeno, el aluminio y el magnesio. La corteza de la Tierra ha sido generada por procesos ígneos, y estas cortezas son más ricas en elementos incompatibles que sus mantos subyacentes.

- **Ecosistema**, En las ciencias de la naturaleza llamamos ecosistema al conjunto formado por los seres vivos que habitan en un determinado lugar y las relaciones que se establecen entre todos sus componentes y el medio en el que viven. También se puede definir ecosistema como el conjunto formado por un biótomo (el medio) y una biocenosis (los organismos) y las relaciones que se establecen entre ellos.

- **Ecosistema acuático**, es aquel que existe en el agua, entonces, sus componentes vivos, vegetación y animales conviven y se desarrollan en la mismísima agua. Nuestro planeta dispone de dos tipos de aguas, salada (océanos y mares) y dulce (lagos, ríos, arroyos, lagunas, entre otros), por tanto, los animales y las plantas que viven en alguno de estos dos tipos cuentan con naturales características que les permitirán subsistir en las condiciones que priman en los mencionados ecosistemas de agua.

Cabe destacarse que los ecosistemas acuáticos disponen de una relevancia enorme a la hora del desarrollo de diversas actividades como la agricultura, la provisión de agua para consumo personal y la producción de ciertos productos. Sin embargo, debemos mencionar que la inescrupulosa y deficiente acción humana, materializada en la contaminación de las aguas, muchas veces es una amenaza concreta y directa a la continuidad de la vida y de las especies.

- **Ecosistemas Lenticos**, Los lenticos son ecosistemas de aguas estancadas y están representados principalmente por lagos, estanques o charcas; varían mucho en tamaño, ya que se pueden encontrar desde pequeños estanques hasta enormes lagos que cubre miles de kilómetros cuadrados.

- **Ecosistemas Lóticos**, Están formados por las aguas corrientes, ríos y arroyos. En estos ecosistemas los seres vivos presentan gran capacidad para fijarse al sustrato y para nadar, de esta forma evitan ser arrastrados por las corrientes. Los peces, como la trucha, la lobina y el salmón, son comunes en los ecosistemas lóticos.
  
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**, es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa significativo para la salud de las personas ni al ambiente.
  
- **Ganadería**, es una actividad económica del sector primario encargada de la cría y domesticación de animales para el consumo humano. Además de esta actividad, también se denomina ganadería al conjunto de instalaciones de una explotación ganadera, o al conjunto de reses de un propietario o instalación. Al igual que la agricultura, la ganadería es una de las actividades que practica el hombre desde tiempos remotos. Para asegurar sus necesidades de alimento, cuero, huesos, entre otros, el hombre primitivo cazador debía seguir en sus migraciones a los grandes rebaños de bóvidos, cérvidos y otros animales. Más adelante, la domesticación de animales permitió también utilizarlos para realizar trabajos agrícolas o transportar cargas, hasta utiliza sus excrementos como fertilizantes, etc.
  
- **Hidrobiología**, es la parte de la Biología que se ocupa del estudio de los ambientes acuáticos, los cuales, dependiendo de su grado de salinidad, se definen en dos grandes apartados:
  
- **Limnología**: se encarga del estudio de las aguas continentales o dulces, las cuales se caracterizan por tener una baja concentración de sales.

- **Oceanografía:** estudia los ambientes acuáticos con alta concentración de sales (esteros, mares y océanos).
  
- **Industrialización,** es el proceso a partir del cual un Estado o Comunidad Social pasan de ostentar una economía basada en la agricultura a otra que se basa en el desarrollo industrial. Es decir, en una economía industrializada, las industrias serán el principal sostén del Producto Bruto Interior (PBI) y en materia de empleo, es el sector en el cual se encuentra ocupado la mayor parte de la población, porque es tal el desarrollo alcanzado por las diferentes industrias que la demanda de mano de obra especializada en el mencionado segmento es la que finalmente predomina.
  
- **Ionización,** es un concepto que se utiliza en el ámbito de la química para nombrar al proceso y a las consecuencias de ionizar. El verbo ionizar, por su parte, hace referencia a la disociación una molécula en diferentes iones o a la transformación de una molécula o de un átomo en un ion. La ionización, por lo tanto, es un procedimiento a través del cual se generan iones (un átomo o una molécula que dispone de carga eléctrica a partir de ganar o de perder una cierta cantidad de electrones).
  
- **Monitoreo,** es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión. El monitoreo generalmente se dirige a los procesos en lo que respecta a cómo, cuándo y dónde tienen lugar las actividades, quién las ejecuta y a cuántas personas o entidades beneficia.

El monitoreo se realiza una vez comenzado el programa y continúa durante todo el período de implementación. A veces se hace referencia al monitoreo como proceso, desempeño o evaluación formativa.

- **Oxidación**, es el proceso y el resultado de oxidar. Este verbo refiere a generar óxido a partir de una reacción química. El óxido, por otra parte, es lo que se produce cuando el oxígeno se combina un metal o con los elementos conocidos como metaloides. Cuando se produce la oxidación de un ion o de un átomo, el elemento en cuestión pierde una cierta cantidad de electrones. Considerado un sistema, la oxidación implica que uno de los elementos se desprenda de electrones y que otro los asimile. De este modo, lo que se produce es una transferencia de electrones.

No menos importante es establecer que existen dos tipos de oxidación fundamentalmente:

- Oxidación lenta, que es la que se produce por causa del agua o del aire y que supone que los metales pierdan su brillo al tiempo que provocan su corrosión.
- Oxidación rápida, que es la que tiene lugar cuando ha hecho acto de presencia la combustión, desprendiendo importantes niveles de calor. Suele producirse, de modo fundamental, en lo que son elementos que cuentan con hidrógeno o carbono.

- **Recursos Naturales**, son los materiales de la naturaleza que los seres humanos pueden aprovechar para satisfacer sus necesidades (alimento, vestido, vivienda, educación, cultura, recreación, etc.). Los recursos naturales son la fuente de las materias primas (madera, minerales, petróleo, gas, carbón, etc.), que transformadas sirven para producir bienes muy diversos.

Los recursos naturales son de muchos tipos y se pueden clasificar de varias maneras:

- a) No renovables o agotables: Son aquellos que una vez utilizados se agotan, porque no se regeneran. Son inorgánicos y existen en cantidad fija. Son los minerales, que pueden ser de dos tipos:
- a.1. Metálicos: minerales de los cuales se obtiene diferentes metales (hierro, oro, plata, cobre, etc.).
  - a.2. No metálicos: se usan en forma directa como la arena, la grava, las arcillas, las piedras, etc.
- b) Recursos naturales energéticos: Son aquellos que sirven para producir energía. Pueden ser:
- b.1. No renovables agotables: que existen en cantidad fija como los **combustibles fósiles**: petróleo, carbón, gas natural y **los radioactivos**: uranio y otros minerales radioactivos.
  - b.2. No renovables inagotables: que existen en cantidades no fijas y permanentes. A este tipo pertenece el geotermal, o sea, el vapor de agua caliente proveniente del interior de la Tierra.
- c) Renovables Inagotables: se renuevan continuamente, así tenemos **el hidráulico**: la energía del agua en los desniveles de la superficie terrestre; **el eólico**: la energía del viento; **el oceánico**: la energía de las mareas y de las olas; y **el solar**: la energía del Sol.
- d) Recursos naturales semirenovables: Son de tipo bio-inorgánico y superficie limitada. Es esencialmente el suelo, el medio de producción natural de las plantas.

e) Recursos naturales renovables: Son los que tienen la capacidad de regenerarse, si se les aprovecha bien, sin destruirlos ni exterminarlos.

e.1. Fijos y autorenovables: El clima, básicamente la atmósfera y el agua: de carácter cíclico.

e.2. Variables:

e.2.1. La vegetación: conformada por las plantas. Puede ser natural o silvestre (forestales, pastos, plantas de uso diverso) y cultivada (plantas alimenticias, industriales, pasturas cultivadas, bosques cultivados, etc.).

e.2.2. La fauna o los animales: puede ser natural (terrestre, acuática y aérea) y doméstica (los animales domésticos, o sea, la ganadería), y la pesquería.

- **Residuales líquidos**, Los residuales líquidos o aguas residuales se definen como la combinación de agua y residuos procedentes de residencias, instituciones públicas y establecimientos industriales, agropecuarios y comerciales, a los que pueden agregarse de forma eventual determinados volúmenes de aguas subterráneas, superficiales y pluviales. Son esencialmente aquellas aguas de abasto cuya calidad se ha degradado por diferentes usos.

a) Domésticos, aguas residuales generadas en asentamientos poblacionales, escuelas, instalaciones turísticas, edificios públicos, centros comerciales e instalaciones sanitarias de las industrias, que se componen fundamentalmente de desperdicios humanos.

b) Industriales, aguas residuales resultantes de la actividad manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos de la actividad agropecuaria.

c) Agropecuarios, aguas residuales generadas en las instalaciones agropecuarias (centros porcinos, vaquerías, granjas avícolas, producciones agrícolas).

d) Municipales, combinación de aguas residuales provenientes de residencias, edificios públicos, establecimientos comerciales, sistemas de drenaje pluvial y algunas industrias.

Se caracterizan por su composición física (contenido de sólidos), química (materia orgánica, inorgánica y gases) y biológica (plantas, animales, algas, hongos, protozoos).

Los contaminantes de mayor importancia son: sólidos en suspensión y disueltos, materia orgánica Biodegradable y no biodegradable, organismos patógenos, nutrientes, metales pesados, hidrocarburos y contaminantes orgánicos persistentes.

- **Riberas**, es como las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas. Para comprender el concepto en su estricta significación jurídica es preciso señalar en primer lugar que la ribera forma parte del cauce. Y en el caso concreto de los cauces públicos, constituye la ribera elemento integrante del Dominio Público Hidráulico. Hay que precisar además que nos estamos refiriendo a la franja de terreno situada entre el nivel de las aguas bajas y el nivel de las máximas crecidas ordinarias que ya definimos en el anterior comentario referido a los cauces.

- **Riesgo**, es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se juntan, se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre. Sin embargo los riesgos pueden reducirse o manejarse. Si somos cuidadosos en nuestra relación con el ambiente, y si estamos conscientes de

nuestras debilidades y vulnerabilidades frente a las amenazas existentes, podemos tomar medidas para asegurarnos de que las amenazas no se conviertan en desastres.

- **Sedimento**, depósito o acumulación de materiales arrastrados mecánicamente por las aguas o el viento.

- **Toxicidad**, Se entiende por "toxicidad" a la cantidad de una sustancia que, bajo un conjunto específico de condiciones, causa efectos perjudiciales. La toxicidad indica la potencia de una sustancia venenosa y no la afección producida por ésta (concepto que corresponde a "intoxicación" o "envenenamiento"). La toxicidad se expresa como la cantidad de la sustancia en mg/kg de peso vivo que origina efectos biológicos determinados, en un tiempo dado y en una especie establecida. Existen diversos indicadores de toxicidad, siendo uno de los más usados la "dosis letal 50" (LD50); este es un indicador estadístico de toxicidad aguda, el cual señala la cantidad del tóxico que causa la muerte del 50% de los animales intoxicados. Con el nombre de "LC50" ("concentración letal 50") se proyecta el indicador anterior a la toxicidad de un gas en el aire, aunque también se le suele referir al agua.

Es frecuente señalar la concentración de un tóxico o la dosis administrada utilizando al "ppm" (partes por millón) como unidad de medida. Al respecto debe recordarse que 1 ppm equivale indistintamente a 1 g/tonelada, 1 mg/kilogramo y a 1 ug/gramo. Es también frecuente referirse a la concentración de los tóxicos en términos porcentuales (%) y en numerosas ocasiones se hace necesaria la interconversión de estas unidades. Para convertir ppm a % se correrá la coma decimal 4 puestos a la izquierda; lo inverso se realizará para convertir % a ppm.

- **Urbanización**, es la acción y efecto de urbanizar y el núcleo residencial urbanizado. El término suele utilizarse para nombrar al conjunto de construcciones levantadas en un antiguo medio rural. A la hora de desarrollar la

urbanización de un terreno, éste suele dividirse en varias entidades (polígonos, manzanas, parcelas, etc.) a fin de construir las viviendas y la infraestructura necesaria. Una urbanización requiere de electricidad, agua potable, recolección de residuos y transporte, entre otros servicios básicos para sus habitantes.

## **2.4. Marco Teórico**

### **2.4.1. Cuenca hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica se define como un área de terreno que desagua en una quebrada, río, lago, pantano, acuífero, bahía o estuario. Toda el agua proveniente de lluvias y riego que corre por la superficie del suelo en un valle desemboca en desagües pluviales, quebradas y ríos que fluyen directamente al mar. La cantidad de agua que va a tener una cuenca hidrográfica dependerá de la cantidad de lluvia que reciba, su tamaño y forma. El tipo de suelo de la cuenca influirá en la humedad y la escorrentía.

La contaminación se define como la incorporación de alguna sustancia que altere o deteriore la calidad del agua (JCA, 2003a). En condiciones naturales se encontrarían contaminantes como organismos patogénicos, nitrógeno y fósforo pero, en bajas cantidades. Estas concentraciones o cantidades naturales, a través de las actividades humanas, aumentan debido a que se contaminan con diversas sustancias que pueden ser tóxicas. La mayoría de estos contaminantes se acumulan en los sedimentos y causan a su vez una alteración a los factores bióticos (Oral et al., 2007). Los contaminantes ganan acceso a los cuerpos de agua por medio de los desagües pluviales. El acarreo de sustancias que las aguas de escorrentías encuentran a su paso ocurre en tiempo de lluvia (Memon & Butler, 2005). Estos contaminantes afectan grandemente la calidad del agua. Cuando se trata de un desagüe, considerado como un punto fijo de contaminación, se pueden tomar medidas de mitigación. El mal manejo de estos desagües afectan y alteran los ríos donde desembocan (Gromaire et al., 1999). Cuando llueve, se acarrea mucho

material de todos lados lo cual se considera como un punto no fijo o disperso de contaminación y por ende, no se puede tener un monitoreo ni obtener datos concretos cualitativos ni cuantitativos para determinar cuánto afecta este suceso a un cuerpo de agua. Según Wunderlin et al.(2001), para determinar la calidad del agua se toma en consideración los parámetros físicos, químicos y biológicos con los cuales se analiza la variación y resultados de ellos. Luego se estudian las variaciones en actividades humanas o naturales.

#### **2.4.2. Fuentes de contaminación puntual y dispersa**

Personal del Proyecto 208 Isla de La Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico, bajo la Sección 208 de las enmiendas de 1972 de la Ley Federal de Control de Contaminación de Agua (Federal WaterPollution Control Act (PL-92-500), preparó el primer plan de manejo de calidad del agua para la Isla de Puerto Rico (Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico, 1978). Tuvimos la oportunidad de conversar con un miembro del personal del Proyecto 208 Isla que coordinó la preparación de las secciones de Escorrentía Urbana y Comunidades Rurales del capítulo de Fuentes Dispersas y las evaluaciones de los impactos socio-económicos y ambientales de las estrategias para el control de las fuentes de contaminación dispersa (García-Moll, A., 1978). En esta preparación también participaron consejeros técnicos de diversas agencias gubernamentales y consultores técnicos de firmas privadas de ingeniería y planificación así como el U.S. Geological Survey.

Los problemas de calidad de agua que existían hace tres décadas se han acrecentado significativamente debido al aumento en la población y al desarrollo económico. Este plan abarcador fue un intento de proyectar a largo plazo unas estrategias de control de contaminación para aquellos problemas existentes a 1978. Sin embargo, debido a los dos factores mencionados anteriormente sobre la población y el desarrollo, a 2008 Puerto Rico aún posee serios problemas de contaminación de diversas fuentes. Entre las más difíciles de controlar y mitigar están las fuentes de contaminación dispersa. Contrariamente, las fuentes puntuales

son usualmente más fáciles de identificar. El estudio presente se relaciona directamente con una fuente dispersa: la escorrentía pluvial proveniente de un área utilizada para estacionar automóviles. En la periferia de esta área existen otros sitios que aportan material originado por la erosión del suelo, tales como laderas que dan al cuerpo de agua. En el plan de manejo de calidad del agua mencionado anteriormente se presentan y discuten detalladamente estrategias de planificación, manejo y control técnico de las fuentes de contaminación dispersa proveniente de la escorrentía pluvial urbana, comunidades rurales, agricultura, construcción y 10 minería. Más adelante recomendaremos varias técnicas de mitigación de fuentes de contaminación dispersa pertinente al presente estudio. Las fuentes de contaminación puntual son aquellas que descargan a un cuerpo de agua en un punto específico.

El punto más conocido son los desagües de las plantas de tratamiento de agua para agua potable. Los puntos fijos como las plantas de tratamiento son reglamentados por la Ley de Agua Limpia CWA mediante el permiso NPDES ya que obliga a cumplir un límite para cada parámetro y registro de los actos (JCA, 1978; DRNA, 2008). Las fuentes dispersas son aquellas con múltiples puntos de origen y descargas diversas difíciles de controlar e identificar. Esta contaminación está directamente enlazada con la acción de la lluvia sobre la superficie de los terrenos. Ejemplo de esta acción son los terrenos urbanizados donde el agua corre por techos, patios, aceras y grama. En áreas industriales y comerciales el agua discurre por lugares impermeables como estacionamientos, carreteras y edificios. En las áreas rurales discurre por pastos de ganado, campos agrícolas y cultivos. El agua de escorrentía atrapa los contaminantes dependiendo por el lugar que discurra. El mayor factor que contribuye adversamente es el ser humano. El problema de este tipo de contaminación es que aumenta al ocurrir periodos de lluvias o tormentas en donde el contaminante en los suelos es arrastrado al cuerpo de agua. Esto empeora la calidad del agua (Fujioka, 2001).

### **2.4.2.1. Alteraciones físicas del agua**

El agua en condiciones naturales posee características físicas propias como no tener olor ni sabor y ser incolora. Cuando una fuente fija o dispersa de contaminación la afecta, estas características físicas se alteran sustancialmente y actúan a veces como un sistema de alerta que indica el grado de contaminación que presenta (Ocasio. 2008).

### **2.4.2.2. Contaminación de Aguas Superficiales por Metales Pesados**

Según Ocasio (2008), En la actualidad se estima en más de un millón de sustancias diferentes las que son introducidas en las aguas naturales a través de los vertidos antropogénicos. Muchas de ellas no son consideradas tóxicas, si bien pueden alterar las características organolépticas del agua, perturbar severamente el ecosistema y/o ser directamente nocivas para el hombre.

Los problemas de contaminación de las aguas tienen su origen en la Revolución Industrial, hace aproximadamente unos 200 años y con un rápido aumento de la población mundial. La industrialización condujo a una urbanización muy localizada creando problemas en la calidad y en la cantidad del agua. El hombre abandonó el campo para trabajar en las nuevas fábricas alrededor de las cuales se crearon grandes ciudades densamente pobladas. El primer suceso para los problemas de la calidad del agua, se presentó con motivo de la contaminación fecal y orgánica por la falta de tratamiento de aguas residuales en zonas de alta densidad poblacional. Por ello, las concentraciones de los metales pesados en las aguas están directamente relacionadas con las actividades humanas y descargas de efluentes, como también son función de las variaciones de caudal de ciertos vertidos puntuales que el río recibe.

Los cursos de agua han sido desde tiempo inmemorial los receptores, directos o indirectos, de los desechos líquidos que el hombre ha generado debido a su propia actividad. En un principio, eran capaces de soportar las cargas contaminantes que a

los ríos se vertían merced a su carácter autodepurador. Posteriormente, al crearse grandes asentamientos urbanos, se incrementó notablemente la cuantía de los vertidos. En consecuencia, los cursos fluviales perdieron su capacidad autodepuradora y se produjeron graves alteraciones en la calidad de sus aguas, con los subsiguientes peligros para la salud de las poblaciones situadas aguas abajo. Estos riesgos se debían principalmente a que la carga orgánica transportada podría servir de vehículo para la aparición de enfermedades infecciosas y por tanto, para la propagación de epidemias. Las altas concentraciones de metales pesados en las aguas de corrientes fluviales asociados a sulfuros tales como el As, Cd, Cu, Pb y Zn pueden atribuirse a la minería y son causa del fuerte impacto en el medio ambiente. En cambio, otros metales no sulfurosos como el Cr, Ni y Hg posiblemente indican una contaminación antropogénica de metales pesados que están estrechamente asociados con las descargas industriales.

Según Lapedes (1981) el pH se define como  $-\log_{10} [H^+]$ , donde  $[H^+]$  es la concentración de iones hidronio en moles por litro. De ahí que una disolución con pH de 0 a 7 es ácida, con pH de 7 es neutra, y con pH de 7 a 14, es alcalina. La mayoría de los peces viven en un pH entre 6 y 7,5. Para medir el pH del agua hay que prestar mucha atención, puesto que la escala usada es logarítmica. Por ejemplo si baja el pH de 6 a 5 indica que se incrementaron los iones de hidronio unas 10 veces más (De La Mascota, 2001). A lo largo de esta investigación, el pH presentó valores considerados dentro del intervalo aceptable, entre 6,5 y 8,5, según también la OMS (2001) y La Gaceta (1997).

Según Guerra et al (1996), el valor del oxígeno disuelto aceptable es de 5 mg/L. Con valores inferiores se empezarán a presentar problemas de supervivencia, más que todo para los peces. Es necesario tomar en cuenta que el cambio constante en la concentración de oxígeno se debe principalmente a los procesos biológicos, aunque los físicos (temperatura y pH) y químicos, influyen de cierta manera.

Según SENAMHI, 2007, la conductividad eléctrica es la capacidad del agua para transportar la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de los iones presentes en el agua debido a la división de sales inorgánicas, ácidos y bases. Su importancia, nos permite verificar en forma rápida la variación el contenido de sales disueltas en aguas superficiales y estimar cuantitativamente los sólidos totales disueltos (TDS) en una muestra de agua. Así mismo los cambios en la conductividad nos pueden indicar intrusión salina u otras fuentes de contaminación.

Según Ocasio, 2008, las aguas contaminadas pueden tener diversos colores debido a los contaminantes, compuestos orgánicos y los pigmentos verdes de las algas que habitan en el río. Por lo general, no se pueden establecer relaciones entre el color y el tipo de contaminación.

Según ATSDR, 2005b, el Arsénico es un elemento natural en la corteza terrestre. Esto puede causar contaminación en aire, agua y suelos. La gran mayoría de los compuestos de Arsénico se diluyen en agua, termina en los sedimentos y los peces pueden acumularlo.

Un dato importante es que el Arsénico no se degrada en el ambiente. Solamente puede cambiar de forma, adherirse o separarse con otras partículas. La exposición del Arsénico a los humanos puede ser fatal: a concentraciones bajas provoca náuseas y vómitos y disminución de glóbulos rojos y blancos. La exposición a concentración baja prolongada causa problemas en la piel como enrojecimiento e hinchazón en las manos, los pies y el torso. La USEPA y la Agencia para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) han determinado que el Arsénico inorgánico es carcinógeno en los humanos.

Según ATSRD, 2008e, el Cadmio se utiliza para baterías, pigmentos, revestimientos para metales y plásticos. Se disuelve en el agua, aunque no se degrada en el medio ambiente. El Cadmio permanece en el organismo por largo tiempo y puede bioacumularse.

La exposición a este metal puede causar lesiones en pulmones, puede acumularse en los riñones, producir enfermedades renales y fragilidad en los huesos. El Cromo es un elemento natural que se encuentra en el suelo, en las rocas, los animales, las plantas y gases volcánicos. El Cromo está presente en el medio ambiente en varias formas diferentes.

Las formas más comunes son el cromo (0) y se usa para fabricar acero. El Cromo (VI) y el cromo (III) se usan en cromado, para tinturas y pigmentos, curtido de cuero y preservar 19 madera. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha determinado que el Cromo (VI) es carcinógeno en los seres humanos (ATSRD, 2008f).

Castañé et al. (2003), clasifican al Hg, As, Cr, Pb, Cd, Ni y Zn como los metales de mayor efecto toxicológico y ecotoxicológico en ambientes acuáticos; mientras que (Prieto et al. 2009), sólo consideran al Hg, Cd, As, Cr, Tl, y Pb. A pesar que el Cu es un elemento esencial, requerido por las plantas y animales, a altas concentraciones se vuelve una sustancia tóxica (Gaete et al. 2007). En contraste, muchos otros metales pesados no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos, por lo que no son degradados fácilmente en forma natural o biológica (Mansilla et al. 2012).

#### **2.4.2.3. Estudios de casos**

La Junta de Calidad Ambiental y el U.S. Geological Survey llevaron a cabo en conjunto estudios para relacionar escorrentías pluviales urbanas y las condiciones de flujo de aguas usadas con la calidad del agua del río receptor y las bahías y océanos (JCA, 1978). El estudio técnico de las escorrentías urbanas indicó que los primeros impactos de desagüe son los más significativos y 21 que los impactos mayores sobre la calidad del agua provienen de las cargas de coliformes fecales. En el año 2002 se estudió la calidad del Río La Plata para correlacionar la contaminación al uso del terreno. Se clasificaron fuentes dispersas de

contaminación, se tomaron datos para visualizarlos en el Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) con el fin de desarrollar mapas que ilustran los focos de contaminación. Luego utilizaron la información recopilada en diez estaciones del USGS sobre la calidad de agua en el Río La Plata.

Se localizaron las fuentes dispersas y a través de un análisis espacial se asoció con la calidad del agua y con modelos matemáticos para predecir la magnitud y distancia de la contaminación por fuentes dispersas (Norat, 2002). Ortiz Florivel (2004) desarrolló una investigación en el Río Puerto Nuevo. En este estudio se identificaron los coliformes fecales en seis puntos de muestreo que carecían de estaciones oficiales por alguna agencia del gobierno estatal o federal. En los puntos estudiados la contaminación para los coliformes fecales resultó como “contaminación severa”, según el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la JCA. El estudio concluyó que las orillas del Río Piedras están altamente impactadas a causa del desparrame urbano. El proyecto de canalización se encuentra incompleto y por ende se transportan más sedimentos por lo que están más propensos a contaminación por escorrentías pluviales.

Un estudio determinó las concentraciones de sólidos suspendidos totales del Río Piedras y la Quebrada Buena Vista (Cordero, 1988). Los resultados de este estudio se analizaron y luego se compararon con los datos de precipitación y sedimentación total de las estaciones del USGS. Cordero llegó a la conclusión de que el Río Piedras y la quebrada están altamente impactados por los sedimentos. Luego se analizaron los datos para los sedimentos de las estaciones del USGS 22 para los años 1970 al 1982. En estos años había muchos desarrollos como construcciones de urbanizaciones, condominios y carreteras que se encontraban en proceso. Esta actividad produjo un acarreo grande de sedimentos. En el año 1988, el resultado del parámetro de sedimentos totales disminuyó. Concluyeron que los diversos desarrollos río arriba ya habían cesado, lo cual provocó que disminuyeran los sedimentos en el río favoreciendo al Río Puerto Nuevo y a la Quebrada Buena Vista. Morales (2006) realizó un estudio sobre la calidad de las aguas en el Río

Morovis. En este trabajo se estudió un segmento de este río en el cual se identificaron las posibles fuentes de contaminación y se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Morales encontró que esta cuenca está impactada por la acción antropogénica, material orgánico de granjas y ganado y residencias sin alcantarillado. En las alturas de este río descarga la planta de tratamiento de aguas tratadas de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) Los resultados arrojaron que varios parámetros no cumplieron con el Reglamento de la JCA. Se concluyó que el parámetro de coliformes fecales y totales resultó positivo según los estándares de la JCA. La calidad del agua del Río Morovis está levemente contaminada debido a los aportes de la planta de agua tratadas descargan al río a pesar de que el mismo es utilizado por los residentes del área para la recreación (Morales, 2006).

## CAPITULO III

### 3. PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Método

Las muestras de aguas fueron tomadas en los puntos georeferenciados de acuerdo con los lineamientos del Estándar Methods (métodos estándar) establecidos para cada una de las variables o factores ambientales a evaluar (Marrugo, 2011).

De acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos a establecido por Autoridad Nacional del Agua (ANA) – DGCRH. Los puntos de monitoreo en campo fueron ubicados con la ayuda de una unidad portátil de posicionamiento global (GPS) marca Garmin, modelo Map 60CSx y Etrex VISTA Hcx.

##### 3.1.1.1. Ubicación geográfica

El monitoreo ambiental se realizó en la provincia de Coronel Portillo, distrito de Tahuanía perteneciente a la provincia de Atalaya de la región Ucayali (ver Figura 1).

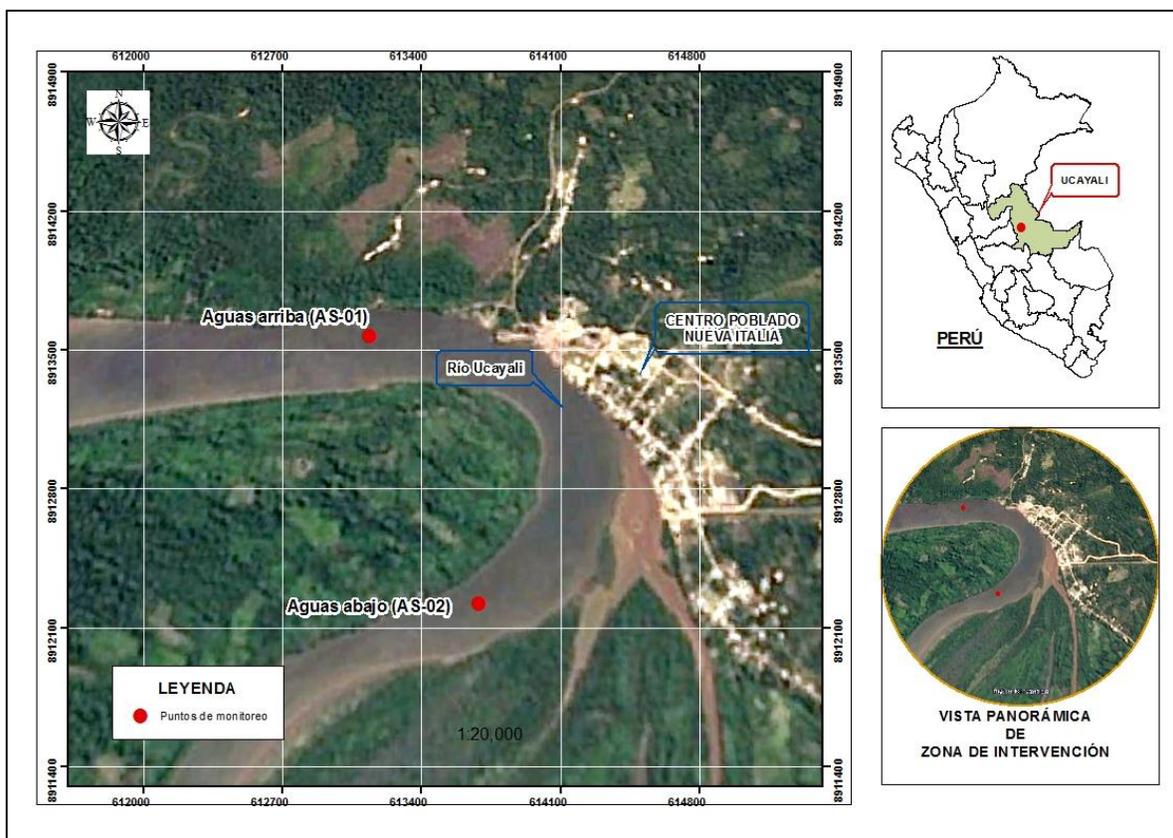


Figura 1. Área de Estudio

### 3.1.1.2. Red Hidrográfica

El río Ucayali es el principal afluente del río Amazonas, nace de la confluencia de los ríos Tambo y Urubamba cerca de villa Atalaya, tiene un curso de 2,885 Km. y recorre el territorio de sur a norte, su ancho varía entre 400 a 2000 metros, el Ucayali es un río caudaloso que presenta meandros y numerosas islas.

Los principales tributarios del río Ucayali son el río Abujao, Tamaya, Sheshea, Cohengua, Callería, Utuquinia y el río Aguaytia que recibe las aguas del río Yurac y el San Alejandro (GOREU, 2012).

### 3.1.1.3. Clima

El clima se caracteriza por ser cálido húmedo, con ligeras variaciones que conforman las llamadas épocas seca y lluviosa. La temperatura promedio mensual es 25.5°C con extremos de 14°C mínimo (en la temporada de friaje que ocasionalmente se da entre junio a agosto); y 34 °C. el máximo. La región Ucayali, se ubica dentro de la zona de bosque tropical estacional semi-siempre verde, caracterizado por un rango entre de 7 a 9 meses de lluvias (GOREU, 2012).

### 3.1.1.4. Estaciones de Muestreos

En este proyecto se consideraron las estaciones de muestreo como un factor fijo, puesto que fueron escogidas a prioridad por sus condiciones particulares, y porque los flujos serían el resultado de la interacción entre las propiedades del sedimento con el medio ambiente local. Las estaciones fueron tomadas por la influencia de las acciones antrópicas de la zona (Figura 1).

El monitoreo de las aguas superficiales se tomaron en dos puntos de control en las aguas del Río Ucayali comprendidos aproximadamente uno a 100 metros del centro poblado de Nueva Italia (aguas arriba) y el otro aproximadamente a 1 000 metros del vertimiento de efluentes domésticos del centro poblado de Nueva Italia (aguas abajo) (ver Tabla 2).

Tabla 2. Ubicación de los puntos de Monitoreo de Agua Superficial

Código de Monitoreo	Coordenadas UTM (WGS'84)		Referencia
	Este	Norte	
AS – 01	613 143	8 913 568	Río Ucayali – aguas arriba
AS – 02	613 691	8 912 220	Río Ucayali – aguas abajo

Fuente: Elaboración Propia

### **3.1.1.5. Frecuencia de muestreo**

Los factores determinantes en la frecuencia de muestreo, lo constituye la variabilidad de la composición físico-químico de las aguas, la cual a su vez está condicionada por factores geológicos, hidrológicos, biológicos, humanos, etc. El muestreo se realizó de forma mensual durante un año, considerándose adecuado para la investigación amplia de la calidad de estas aguas en particular.

### **3.1.1.6. Procedimiento para la toma de muestras**

Para el muestreo de cuerpos de agua superficial se procedió a sumergir la botella en dirección a la corriente hasta cierta profundidad del cauce. Luego se invirtió la botella en sentido contrario a la corriente para que se llene la muestra y después se saca hacia la superficie. También se eliminan unos mililitros de muestra para adicionar el preservante (sólo si es necesario según el parámetro muestreado). Realizando el análisis y el registro de los parámetros de los campo respectivos. Finalmente se registra la información pertinente en un cuaderno de campo, culminando con el llenado de la cadena de custodia (ver figura 13). El muestreo se realizó de acuerdo al procedimiento indicado por el laboratorio (frascos y preservantes), para los metales; se colectaron en frascos de plástico de primer uso de 0,5 L de capacidad, preservar con 20 gotas de HNO<sub>3</sub> y luego fueron cerrados herméticamente.

En el transporte y almacenamiento de muestras se preservan en cadena de frío y son enviadas inmediatamente al laboratorio (periodo de 24 horas) para su análisis<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>El transporte de las muestras cumple con los protocolos de monitoreo de agua, para asegurar su llegada al laboratorio en condiciones de conservación. Sin embargo es difícil lograr que las muestras lleguen en el plazo establecido al laboratorio, por la ubicación y lejanía del proyecto.

### **3.1.2. Tipo de la investigación**

Se trata de una investigación de tipo tecnológica aplicada, ya que relaciona los procesos teóricos- prácticos en el ámbito del monitoreo ambiental.

### **3.1.3. Nivel de la investigación**

El nivel de investigación es cuantitativo ya que cuantifica la información y permite ser tratada por análisis estadístico. (Hernández, 2010)

## **3.2. Diseño de la investigación**

El Diseño de la investigación es Descriptivo Correlacional, ya que se realizaron trabajos sin manipular deliberadamente variables. Es decir se trata de investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes, observando fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos , y buscando la relación entre variables (Hernández, 2010).

## **3.3. Hipótesis de la investigación**

### **3.3.1. Hipótesis general**

Existe contaminación de las aguas del Río Ucayali, por elevadas concentraciones de las variables físicas (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc), afectando a la población de Nueva Italia.

### **3.3.2. Hipótesis específicas**

- El nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua son muy elevados dentro de la zona de estudio.

- La concentración las variables físicas (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en aguade la zona de estudio muestra contraste con los parámetros de los ECA establecidos.

### **3.4. Variables**

Para poder determinar las variables se requiere tener en cuenta la definición conceptual de la variable:

- **Cualitativa**, Es la variable que representa a una propiedad que hace referencia a cualidades del objeto de estudio, que no pueden ser cuantificadas directamente en la práctica, así como conocer los límites a través de la información que se conoce.
- **Cuantitativa (Grado de contaminación)**, Son valores o calidades que, a través de las mediciones cuantitativas se puede conocer las relaciones de menor a mayor la cantidad de cierta sustancia que se ha introducido en un medio natural las cuales muestran características de contaminación alteración negativa antropogénica en el entorno.

#### **3.4.1. Variable Independiente**

- Fenómeno a la que se le va a evaluar su capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables, por ello, nuestra variable independiente será cualitativa, zonas de estudio, estaciones de muestreo, muestras y condiciones climáticas.

#### **3.4.2. Variable Dependiente**

- Se le considerará a los sufridos por los sujetos como consecuencia de la manipulación de la variable independiente por parte del experimentador, por ello, para este trabajo de investigación se le considerará variables dependientes al Grado

de Contaminación de los parámetros como Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, pH, Color, Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio y Zinc.

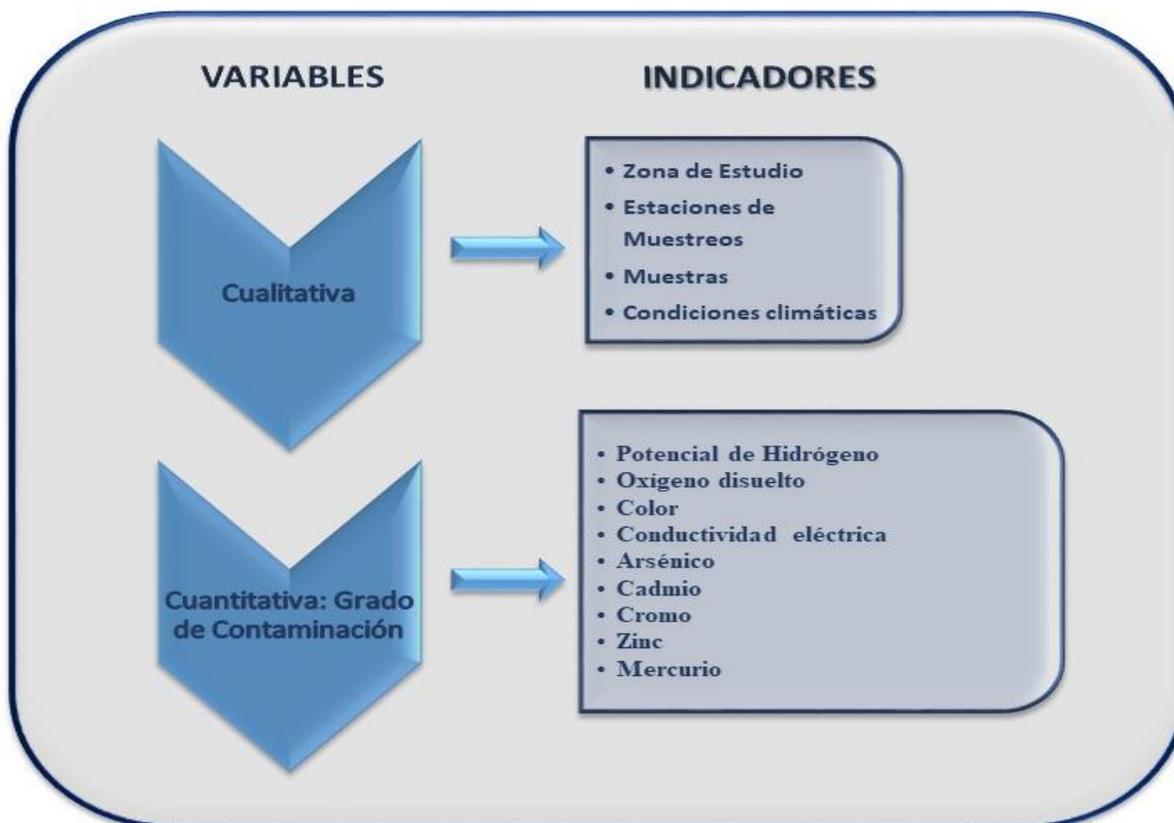


Figura 2. Operacionalización de las Variables

### 3.5. Cobertura del Estudio de Investigación

#### 3.5.1. Universo

Teniendo en cuenta que el universo es la totalidad de individuos no siempre es posible estudiarlo en su totalidad, por ello, para este estudio se consideró al universo toda la cuenca del Río Ucayali.

### **3.5.2. Población**

La población viene hacer parte del universo en la cual se va a basar el estudio y del cual se quiere obtener información, consideramos como población al centro poblado de Nueva Italia.

### **3.5.3. Muestra**

Está conformada por los dos puntos de muestreos que están ubicados aproximadamente uno a 100 metros del centro poblado de Nueva Italia (aguas arriba) y el otro aproximadamente a 1 000 metros del vertimiento de efluentes domésticos del centro poblado de Nueva Italia (aguas abajo).

### **3.5.4. Muestreo**

El muestreo se realizó de forma mensual durante un año.

## **3.6. Técnicas e Instrumentos**

### **3.6.1. Técnicas de la Investigación**

Para la realización de la presente tesis ha sido requerido el uso de tres métodos tanto para la recopilación de datos como su interpretación, las cuales se consideran a las

- Mediciones directas.
- Observación.
- Análisis de los resultados.

### **3.6.2. Instrumentos de la Investigación**

Los instrumentos para la recopilación de datos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información:

### 3.6.2.1. Análisis In Situ

En la medición de los parámetros In Situ, se emplearon instrumentos portátiles operados de acuerdo a las especificaciones de sus respectivos manuales. Los instrumentos son calibrados y verificados antes de la salida al campo.

Las especificaciones de los instrumentos utilizados para el registro de los parámetros In Situ de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, pH, cloro residual, se presentan en la Tabla 3 (ver Anexo 3).

Tabla 3. Parámetros In Situ

Parámetros	Equipo	Límite de Cuantificación	Unidades
Conductividad	YSI – 85 / WTW	0,1	μS/cm
Oxígeno disuelto	YSI – 85 / WTW	0,01	mg/L
pH	Mettler Toledo / WTW	0,01	Ph
Color	kit Comparador de Color	0	Platino Cobalto

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.2.2. Análisis de Laboratorio

Las muestras de agua fueron enviadas al laboratorio Envirolab en conservadores herméticos (coolers) con hielo químico, limpio, conforme a las especificaciones del laboratorio y a los protocolos de muestreo. Las muestras fueron debidamente etiquetadas y codificadas en campo, indicando el código del punto de monitoreo, fecha, hora y tipo de preservante. En la Tabla 4 se muestran los métodos de análisis, límites de cuantificación y las unidades para los parámetros analizados en el laboratorio.

Tabla 4. Parámetros de Análisis en Laboratorio

Parámetros	Método	Límite de Cuantificación	Unidades
Arsénico	EPA 200,7	0,002	mg/L

Parámetros	Método	Límite de Cuantificación	Unidades
Cadmio	EPA 200,7	0,001	mg/L
Cromo	EPA 200,7	0,001	mg/L
Mercurio	EPA 245,7	0,0001	mg/L
Zinc	EPA 200,7	0,002	mg/L

Fuente: Envirolab Perú S.A.C.

### 3.6.3. Fuentes

Las principales fuentes primarias utilizadas por el investigador para elaborar el marco teórico u otros propósitos, son citados en la referencia; se incluyen al final del presente informe, ordenadas alfabéticamente.

## 3.7. Procesamiento estadístico de la información

### 3.7.1. Estadísticos

Los resultados de los análisis son presentados como la media de las determinaciones por duplicado. Cuando fue necesario involucrar concentraciones por debajo del límite de detección en el análisis estadístico, se utilizó un valor igual a la mitad del mismo. Los resultados por grupos de cada especie o estaciones para las diferentes muestras, son presentados como la media  $\pm$  desviación estándar (Marrugo, 2011).

Para evaluar la existencia de diferencias significativas entre las concentraciones medias de metales de las estaciones de muestreo, o en la misma estación para diferentes muestreos, se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA), el cual asume que los datos siguen una distribución normal y que las varianzas de las poblaciones son iguales. Por lo anterior, antes de aplicar el análisis se hizo necesario aplicar el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y el test de homogeneidad de varianza de Bartlett. Adicionalmente, para encontrar la dependencia entre dos

variables, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y con el fin esclarecer la dinámica de metales pesados en las matrices evaluadas se realizó el análisis multivariado de componentes principales usando la matriz de correlación y Análisis de Cluster el método de vinculación entre grupos por enlace simple usando como medida de similitud la distancia Euclidiana. Para todos los análisis estadísticos el criterio de significancia se estableció a  $p < 0.05$ . El tratamiento de los resultados fue realizado mediante el paquete estadístico (Marrugo, 2011).

### **3.7.2. Representación**

Según los objetivos del estudio y los recursos con que se cuenta las muestras estarán representadas por muestras únicas (sencillas); formadas por diferentes submuestras tomadas en un mismo punto en diferentes momentos, (muestras compuestas); y muestras tomadas en diferentes puntos en un mismo momento, (muestras integradas).

### **3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis**

Las hipótesis del proceso cuantitativo se someten a prueba o escrutinio empírico para determinar si son apoyadas o refutadas, de acuerdo con lo que el investigador observa. De hecho, para esto se formulan en la tradición deductiva. Ahora bien, Las hipótesis, en el enfoque cuantitativo, se someten a prueba en la “realidad” cuando se aplica un diseño de investigación, se recolectan datos con uno o varios instrumentos de medición, y se analizan e interpretan esos mismos datos (Hernández, 2010).

La selección de parámetros a controlar en las aguas viene determinada en función de la procedencia de éstas, su tratamiento y el destino final de las mismas. Para aguas superficiales fue necesario que se tomen muestras adicionales de pH, color, oxígeno disuelto, y muestras blancas.

## CAPITULO IV

### 4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Resultados del trabajo de Investigación

##### 4.1.1. Resultados de los Parámetros Analizados In Situ

Tabla 5. Resultados de los Parámetros Analizados In Situ

Ubicación	Puntos de Monitoreo	Meses	Fecha de Muestreo	Análisis In Situ			
				pH	O.D.	Color	C.E.
Centro Poblado Nueva Italia	AS-01	Enero	04/01/2014	7,44	3,47	66,19	140,62
		Febrero	01/02/2014	7,46	3,09	71,00	156,60
		Marzo	01/03/2014	7,24	3,09	70,00	150,66
		Abril	01/04/2014	7,27	4,75	22,38	196,61
		Mayo	01/05/2014	7,41	4,68	11,45	269,32
		Junio	01/06/2014	7,57	5,34	9,24	334,07
		Julio	01/07/2014	7,65	5,62	7,77	285,23
		Agosto	01/08/2014	7,61	4,56	11,33	226,42
		Septiembre	01/09/2014	7,57	3,86	17,18	117,50
		Octubre	01/10/2014	7,70	4,84	14,35	188,09
		Noviembre	01/11/2014	7,54	4,42	12,59	189,32
		Diciembre	01/12/2014	7,49	4,70	11,03	130,42
	<b>Promedio Anual</b>				<b>7,50</b>	<b>4,37</b>	<b>27,04</b>
	AS-02	Enero	04/01/2014	7,47	3,95	65,24	136,29

Ubicación	Puntos de Monitoreo	Meses	Fecha de Muestreo	Análisis <i>In Situ</i>			
				pH	O.D.	Color	C.E.
		Febrero	01/02/2014	7,48	3,25	69,00	157,50
		Marzo	01/03/2014	7,24	3,43	71,29	150,23
		Abril	01/04/2014	7,35	4,82	22,21	182,09
		Mayo	01/05/2014	7,39	4,75	10,90	254,91
		Junio	01/06/2014	7,56	5,56	8,97	292,67
		Julio	01/07/2014	7,69	5,88	7,35	247,69
		Agosto	01/08/2014	7,80	4,81	10,03	251,61
		Septiembre	01/09/2014	7,75	3,82	15,21	181,49
		Octubre	01/10/2014	7,72	4,85	13,39	189,81
		Noviembre	01/11/2014	7,56	4,23	11,14	197,27
		Diciembre	01/12/2014	7,50	4,78	10,23	120,54
		<b>Promedio Anual</b>		<b>7,54</b>	<b>4,51</b>	<b>26,25</b>	<b>196,84</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Resultados de los Parámetros Analizados In Situ

Tabla6. Resultados de los Parámetros Analizados en Laboratorio

Ubicación	Puntos de Monitoreo	Meses	Fecha de Muestreo	Análisis de Laboratorio					
				Arsénico mg/L	Cadmio mg/L	Cromo mg/L	Zinc mg/L	Mercurio mg/L	
Centro Poblado Nueva Italia	AS-01	Enero	04/01/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,018	N.D.	
		Febrero	01/02/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,022	N.D.	
		Marzo	01/03/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,173	N.D.	
		Abril	01/04/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,025	N.D.	
		Mayo	01/05/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,028	N.D.	
		Junio	01/06/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,506	N.D.	
		Julio	01/07/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,021	N.D.	
		Agosto	01/08/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,006	N.D.	
		Septiembre	01/09/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,011	N.D.	
		Octubre	01/10/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,039	N.D.	
		Noviembre	01/11/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,014	N.D.	
		Diciembre	01/12/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,014	N.D.	
	<b>Promedio Anual</b>				<b>0,02</b>	<b>N.D.</b>		<b>0,073</b>	<b>N.D.</b>
	AS-02	Enero	04/01/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,022	N.D.	
		Febrero	01/02/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,018	N.D.	
Marzo		01/03/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,201	N.D.		
Abril		01/04/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,013	N.D.		

Ubicación	Puntos de Monitoreo	Meses	Fecha de Muestreo	Análisis de Laboratorio				
				Arsénico mg/L	Cadmio mg/L	Cromo mg/L	Zinc mg/L	Mercurio mg/L
		Mayo	01/05/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,014	N.D.
		Junio	01/06/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,512	N.D.
		Julio	01/07/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,013	N.D.
		Agosto	01/08/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,012	N.D.
		Septiembre	01/09/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,010	N.D.
		Octubre	01/10/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,009	N.D.
		Noviembre	01/11/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,014	N.D.
		Diciembre	01/12/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,015	N.D.
		<b>Promedio Anual</b>		<b>0,02</b>	<b>N.D.</b>		<b>0,071</b>	<b>N.D.</b>

Fuente: Elaboración Propia

N.D: No detectable al nivel de cuantificación.

### 4.1.3. Análisis y Diseño de los resultados de Investigación

#### 4.1.3.1. Parámetros In Situ

##### 4.1.3.1.1. Potencial de Hidrógeno

Los valores de pH obtenidos en los diferentes meses muestreados se encuentra dentro del rango establecido por los ECA para agua, Categoría 1 (clases A1 - B1) y categoría 4. El mínimo valor fue de 6,24 en el punto AS-02 para el mes de marzo y el máximo valor fue de 7,80 en el mismo punto para el mes de agosto (Figura 3).

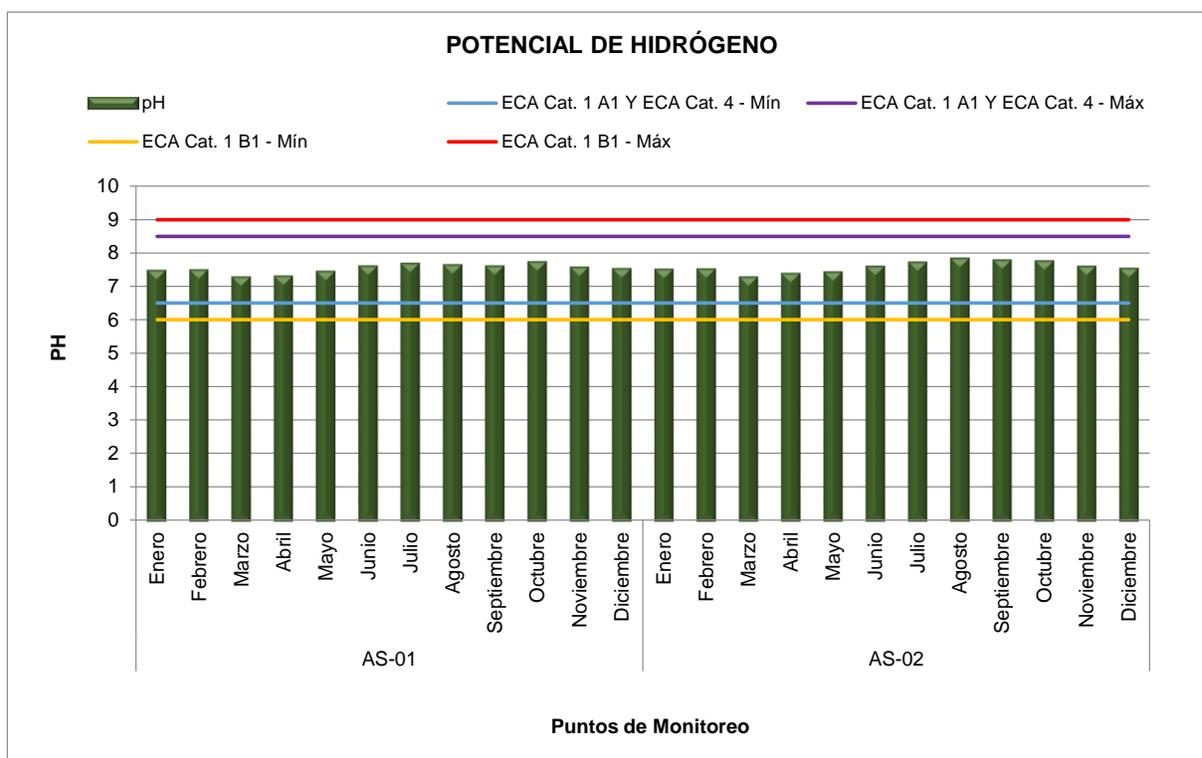


Figura 3. Valores de PH

#### 4.1.3.1.2. Oxígeno Disuelto

Los valores de oxígeno obtenidos para los diferentes meses muestreados no se encuentran dentro de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1 - B1) y categoría 4. Estos valores elevados se pueden asociar a la temporada de lluvias propia de la zona (Figura 4)

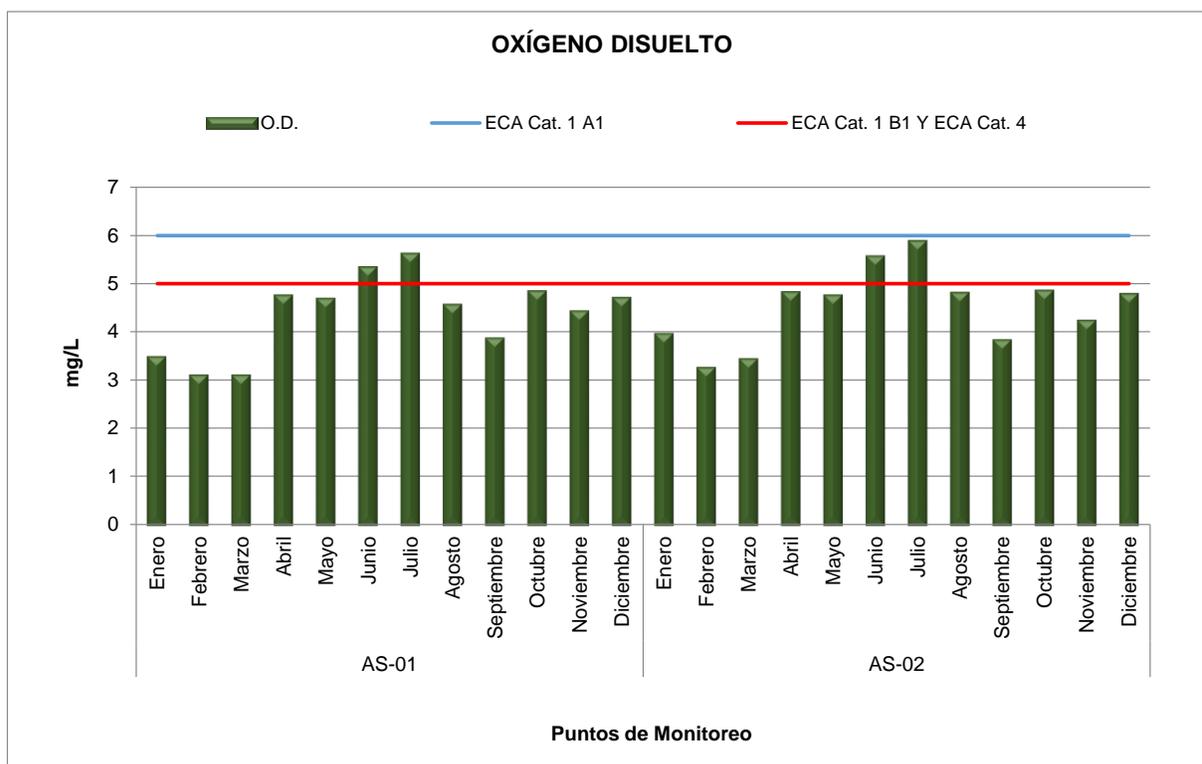


Figura 4. Valores de Oxígeno Disuelto

#### 4.1.3.1.3. Color

Los valores de color obtenidos para los meses de enero, febrero, marzo y abril muestreados en los dos puntos de monitoreo se encuentran por encima de lo establecido por los ECA para agua, categoría 1 (A1) (Figura 5).

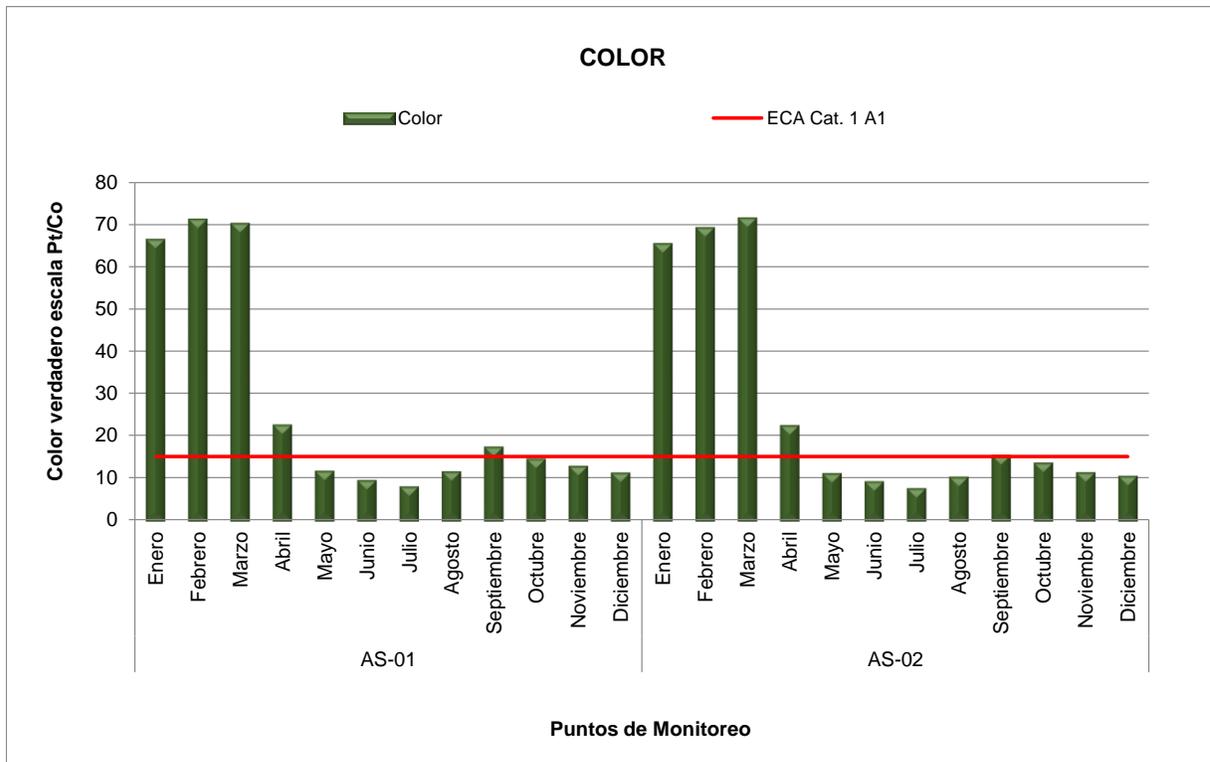


Figura 5. Valores de Color

#### 4.1.3.1.4. Conductividad Eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica obtenidos para los diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo no superan los ECA para agua categoría 1 (A1). El mínimo valor fue de 117,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el punto AS-01 para el mes de setiembre y el máximo valor reportado es de 334,07  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el mismo punto para el mes de junio. La variación de conductividad eléctrica está en función a la cantidad de sales y metales que contiene el cuerpo de agua (Figura 6).

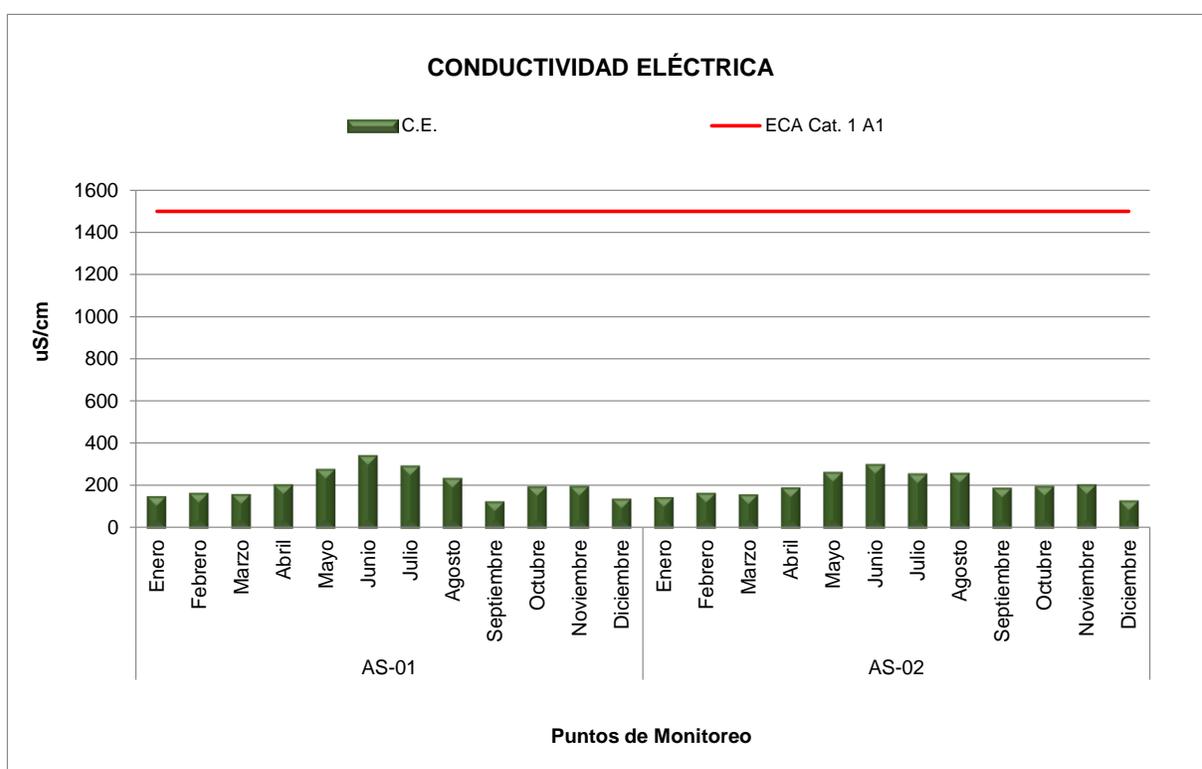


Figura 6. Valores de Conductividad Eléctrica

### 4.1.3.2. Parámetros de Laboratorio

#### 4.1.3.2.1. Arsénico

Los valores de arsénico obtenidos durante los diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo, se encuentran en su mayoría por encima de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1 - B1), sin embargo no supera los valores permitido por los ECA para agua categoría 4 (Figura 7).

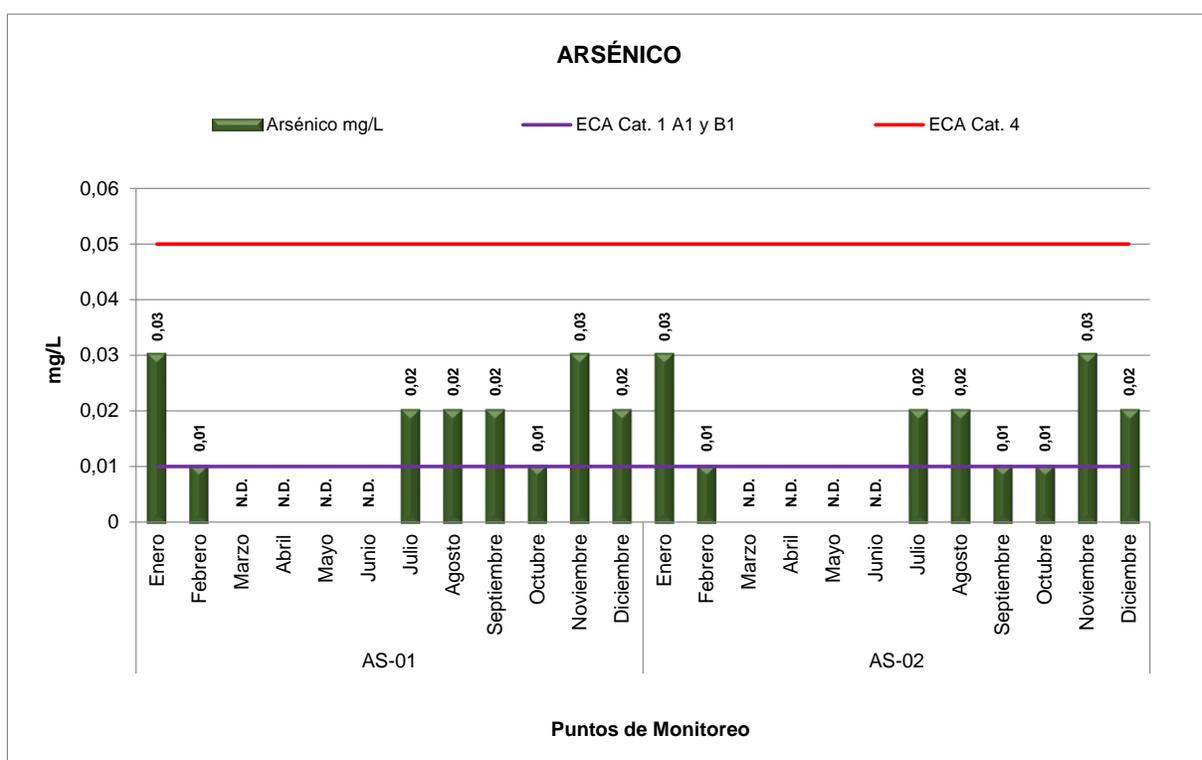


Figura 7. Valores de Arsénico

#### 4.1.3.2.2. Cadmio

Los valores de cadmio obtenidos durante los diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo, no superan los límites de cuantificación del método empleado por el laboratorio  $<0,001$  mg/L, encontrándose por debajo de los ECA para agua (Figura 8).

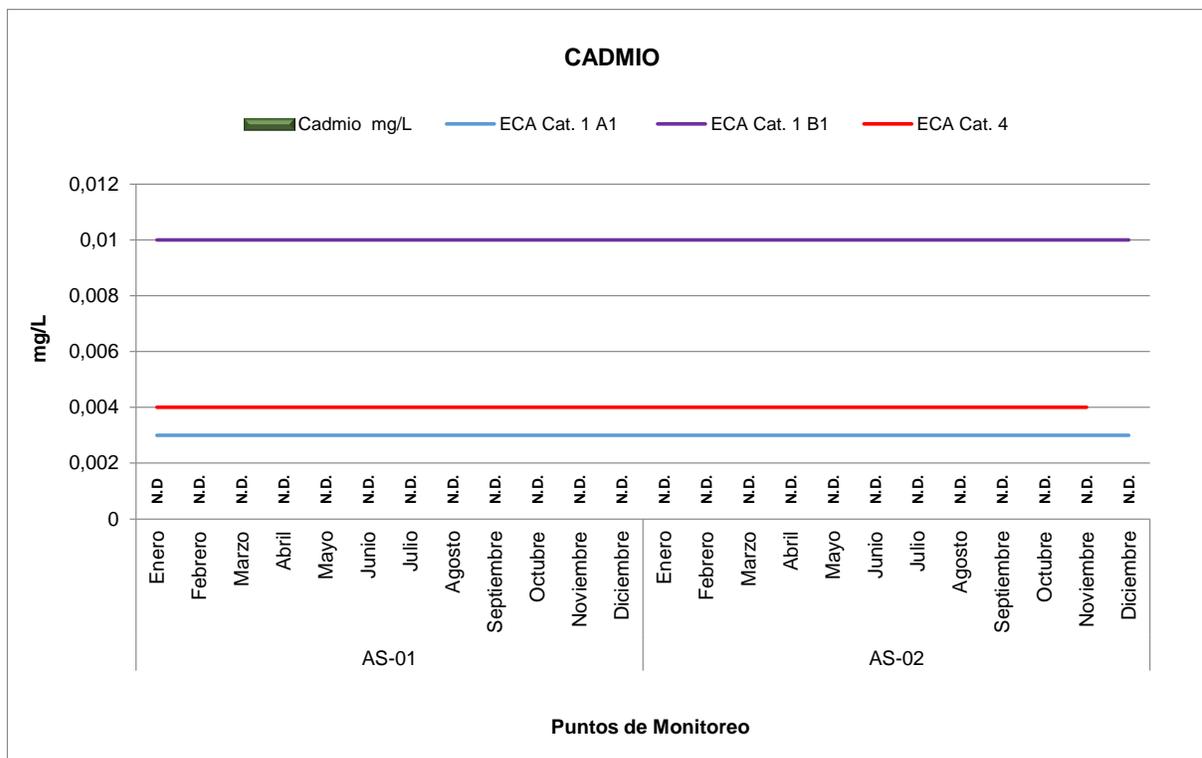


Figura 8. Valores de Cadmio

#### 4.1.3.2.3. Cromo

Los valores de cromo obtenidos para los diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo no superan los ECA para agua categoría 1 (A1 - B1) y están por debajo del límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio (0,001 mg/L) (Figura 9).

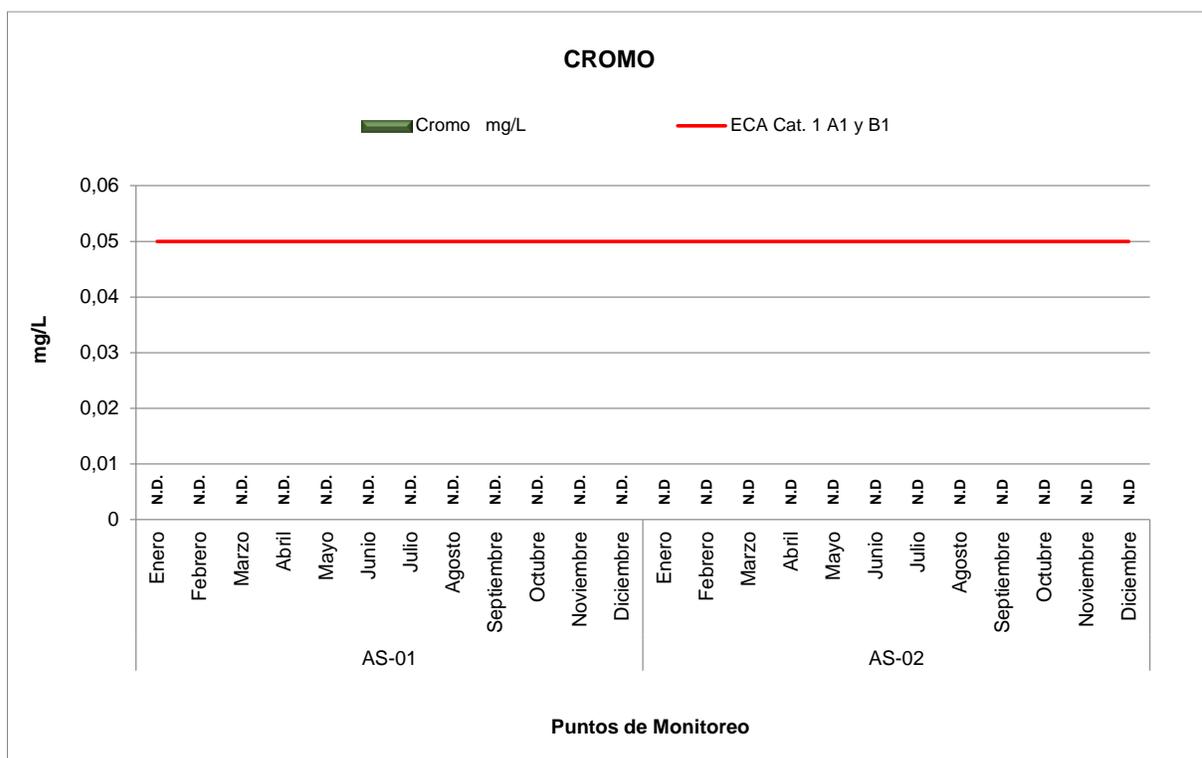


Figura 9. Valores de Cromo

#### 4.1.3.2.4. Zinc

Los valores de zinc obtenidos en su mayoría en los diferentes puntos muestreados no superan los ECA para agua categoría 1 (A1 - B1) y categoría 4, sin embargo, se encontró registros de zinc en el mes de julio el cual supera los ECA para agua categoría 4 (Figura 10).

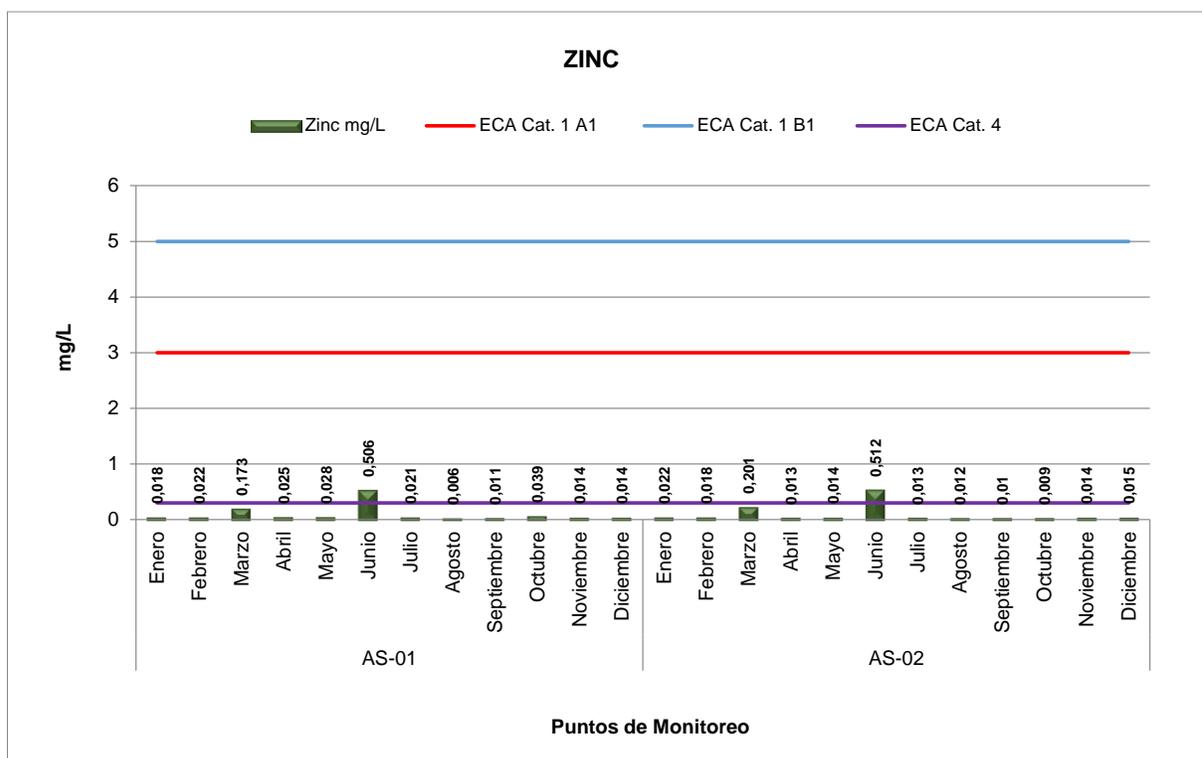


Figura 10. Valores de Zinc

#### 4.1.3.2.5. Mercurio

Los valores de mercurio obtenidos para diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo, no superan los límites de cuantificación del método empleado por el laboratorio  $<0,0001$  mg/L, encontrándose por debajo de los ECA para agua (Figura 11).

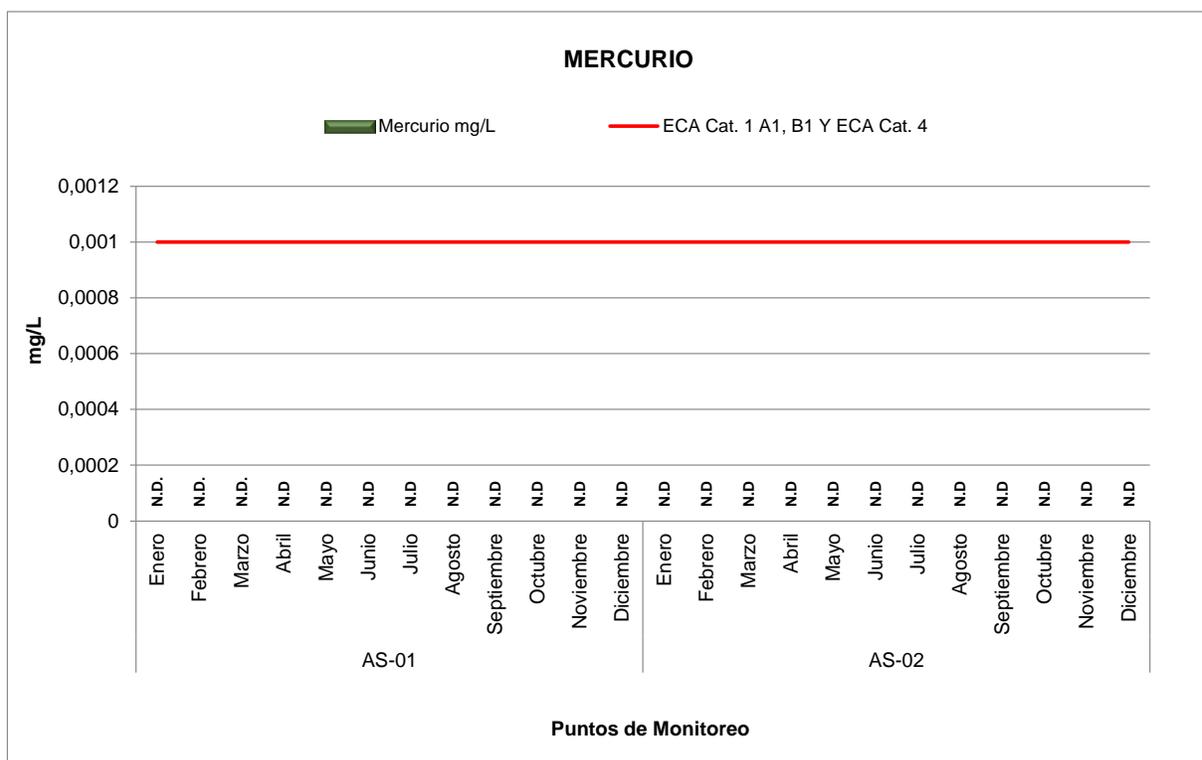


Figura 11. Valores de Mercurio

## 4.2. Discusión de resultados

- Según Lapedes (1981) el pH se define como  $-\log_{10} [H^+]$ , donde  $[H^+]$  es la concentración de iones hidronio en moles por litro. De ahí que una disolución con pH de 0 a 7 es ácida, con pH de 7 es neutra, y con pH de 7 a 14, es alcalina. La mayoría de los peces viven en un pH entre 6 y 7,5. Para medir el pH del agua hay que prestar mucha atención, puesto que la escala usada es logarítmica. Por ejemplo si baja el pH de 6 a 5 indica que se incrementaron los iones de hidronio unas 10 veces más (De La Mascota, 2001). A lo largo de esta investigación, el pH presentó valores considerados dentro del intervalo aceptable, entre 6,5 y 8,5, según también la OMS (2001) y La Gaceta (1997).

La variación en los valores de pH durante el período de muestreo puede deberse a dos posibilidades. En primer lugar, al efecto de la lluvia que diluye los iones hidronio variando su concentración final, así como también al efecto del uso de Carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) u otras fuentes empleadas para el encalado de los suelos.

- Según Guerra et al (1996), el valor del oxígeno disuelto aceptable es de 5 mg/L. Con valores inferiores se empezarán a presentar problemas de supervivencia, más que todo para los peces. Es necesario tomar en cuenta que el cambio constante en la concentración de oxígeno se debe principalmente a los procesos biológicos, aunque los físicos (temperatura y pH) y químicos, influyen de cierta manera. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el agua del río Ucayali, presenta condiciones que requieren de atención por parte de las autoridades ya que los valores obtenidos no superan el mínimo aceptable.
- Según SENAMHI, 2007, la conductividad eléctrica es la capacidad del agua para transportar la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de los iones

presentes en el agua debido a la división de sales inorgánicas, ácidos y bases. Su importancia, nos permite verificar en forma rápida la variación el contenido de sales disueltas en aguas superficiales y estimar cuantitativamente los sólidos totales disueltos (TDS) en una muestra de agua. Así mismo los cambios en la conductividad nos pueden indicar intrusión salina u otras fuentes de contaminación. Dicho esto se puede decir que el cuerpo de agua en estudio presenta buenas condiciones porque los resultados no superan el máximo aceptable.

- Según Ocasio, 2008, las aguas contaminadas pueden tener diversos colores debido a los contaminantes, compuestos orgánicos y los pigmentos verdes de las algas que habitan en el río. Por lo general, no se pueden establecer relaciones entre el color y el tipo de contaminación, sin embargo, durante el trabajo realizado se obtuvo resultados que sobrepasan las normas establecidas durante el periodo de lluvias, debido al lavado de los suelos y arrastre de residuos que contaminan el agua.
  
- El Arsénico es un elemento natural en la corteza terrestre. Esto puede causar contaminación en aire, agua y suelos. La gran mayoría de los compuestos de Arsénico se diluyen en agua, termina en los sedimentos y los peces pueden acumularlo (ATSDR, 2005b). Un dato importante es que el Arsénico no se degrada en el ambiente. Solamente puede cambiar de forma, adherirse o separarse con otras partículas. La exposición del Arsénico a los humanos puede ser fatal: a concentraciones bajas provoca náuseas y vómitos y disminución de glóbulos rojos y blancos. La exposición a concentración baja prolongada causa problemas en la piel como enrojecimiento e hinchazón en las manos, los pies y el torso. La USEPA y la Agencia para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) han determinado que el Arsénico inorgánico es carcinógeno en los humanos. Teniendo en cuenta lo mencionado, y de acuerdo a los resultados obtenidos, los cuales sobrepasan

las normas, es necesario tomar las medidas necesarias para evitar futuros incidentes.

- El Cadmio se utiliza para baterías, pigmentos, revestimientos para metales y plásticos (ATSRD, 2008e). Se disuelve en el agua, aunque no se degrada en el medio ambiente. El Cadmio permanece en el organismo por largo tiempo y puede bioacumularse. La exposición a este metal puede causar lesiones en pulmones, puede acumularse en los riñones, producir enfermedades renales y fragilidad en los huesos. Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran que no existe riesgo alguno de contaminación por este metal.
- El Cromo es un elemento natural que se encuentra en el suelo, en las rocas, los animales, las plantas y gases volcánicos. El Cromo está presente en el medio ambiente en varias formas diferentes. Las formas más comunes son el cromo (0) y se usa para fabricar acero. El Cromo (VI) y el cromo (III) se usan en cromado, para tinturas y pigmentos, curtido de cuero y preservar 19 madera. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha determinado que el Cromo (VI) es carcinógeno en los seres humanos (ATSRD, 2008f). Según el estudio realizado se puede demostrar que no existe riesgo, ya que este metal por debajo de lo establecido por la norma.
- Castañé et al. (2003), clasifican al Hg, As, Cr, Pb, Cd, Ni y Zn como los metales de mayor efecto toxicológico y ecotoxicológico en ambientes acuáticos; mientras que (Prieto et al. 2009), sólo consideran al Hg, Cd, As, Cr, Tl, y Pb. A pesar que el Cu es un elemento esencial, requerido por las plantas y animales, a altas concentraciones se vuelve una sustancia tóxica (Gaete et al. 2007). En contraste, muchos otros metales pesados no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos, por lo que no son degradados fácilmente en forma natural o biológica (Mansilla et al. 2012). Dicho esto el zinc encontrados en las aguas del Río Ucayali no se considera de gran riesgo

para los que dependen de este recurso, al igual que el mercurio al no encontrarse presente según los resultados emitidos por el laboratorio.

#### **4.3. Contrastación de Hipótesis**

De lo hasta aquí desarrollado a lo largo de la presente investigación y con la información obtenida, se sabe que existe una contaminación de las aguas del Río Ucayali, que puede perjudicar a las zonas pobladas que dependen de este recurso para su subsistencia.

Teniendo en cuenta que los parámetros como color, oxígeno disuelto, arsénico y zinc sobrepasan los ECAs de acuerdo a ley, pueden afectar la salud, economía, entre otras, de la población de Nueva Italia.

## CONCLUSIONES

En las estaciones de monitoreo AS-01 y AS-02 ubicados en las cercanías del poblado de Nueva Italia en el río Ucayali en la mayoría de los parámetros medidos cumplen con los ECA para agua. Estos resultados fueron comparados con la categoría 1 (A1 y B1) y la categoría 4. Por ende, todavía se tiene registros de cuatro parámetros de los nueve parámetros analizados en este trabajo de investigación que superan los ECA para agua, tales como:

- Los valores de oxígeno disuelto registrado en la mayoría de los puntos de monitoreo no se encuentran dentro de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1) y categoría 4, durante los diferentes meses muestreados. Estas bajas concentraciones puede deberse a las características físico-químicos y biológicos de este cuerpo de agua.
- Los valores de color registrados en la mayoría de los puntos de monitoreo no se encuentran dentro de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1) durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, pudiéndose observar una disminución durante los meses siguiente. Estas bajas concentraciones de oxígeno disuelto (OD) pueden deberse a la baja turbulencia de estas aguas y a la cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, lo cual influye que disminuya los niveles de OD en agua naturales.
- Los valores de arsénico obtenidos durante los diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo, se encuentran en su mayoría por encima de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1 - B1), sin embargo no supera los valores permitido por los ECA para agua categoría 4 ECA para agua. El aumento de este parámetro puede deberse a procesos naturales y procesos antropogénico.

- La mayoría de los valores de zinc se encuentran por debajo de lo establecido por los ECA para agua categoría 1 (A1 y B1). Sin embargo, en los dos puntos de monitoreo se encuentran por encima de lo establecido por los ECA para agua categoría 4, durante el mes de junio. La presencia de Zinc no procede de fuentes puntuales sino de cualquier cuerpo natural, es decir, el zinc elemental no es considerado contaminante pero sus derivados en algunas ocasiones pueden resultar altamente peligrosos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que un próximo estudio sobre la calidad del agua del río Ucayali, cercano al poblado de Nueva Italia, se realicen análisis microbiológicos, siendo este un parámetro fundamental para medir la contaminación de estas aguas.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se recomienda monitorear los parámetros como arsénico y zinc al menos dos vez al año, para el seguimiento y evaluación de la contaminación, las cuales podrían darse en temporadas secas y húmedas.
- Es necesario informar a la población sobre los peligros de la toxicidad del arsénico y zinc en estos tipos de aguas, para evitar la bioacumulación y posible toxicidad.
- Considerar los valores obtenidos en esta investigación como línea base para comparación con otros estudios de similar características al Río Ucayali.

## BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua. (2010). Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA. Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua. 22 de marzo.
- ATSRD (2008b). Agency for Toxic Substance & Disease Registry. ToxFaq: Arsenic, cas#:7440-38-2. Department of Health and Human Services. Unites States.
- ATSRD (2008e). Agency for Toxic Substance & Disease Registry. ToxFaq: Cadmium, cas#:7440-43-9. Department of Health and Human Services. United States.
- ATSRD (2008f). Agency for Toxic Substance & Disease Registry. ToxFaq: Chromo, cas#:7440-47-3. Department of Health and human services. UnitedStates.
- Castañé, M; Topolián. L; Cordero R &Salibián, A. (2003). Influencia de la especiación de los metales pesados en el medio acuático como determinante de su toxicidad. RevToxicol, Pp. 20:13-8.
- Combariza, D. (2007). Contaminación por Metales Pesados en el Embalse del Muña y su Relación con los Niveles en Sangre de Plomo, Mercurio y Cadmio y Alteraciones de Salud en los Habitantes del Municipio de Sibaté (Cundinamarca) 2007. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología. Bogotá: Instituto Nacional de Salud, Laboratorio de Salud Ambiental. Pp. 1 – 109.
- Cordero, A. T. (1988). Determinación de las concentraciones de sólidos suspendidos totales del Río Piedras y la quebrada Buena Vista, Puerto Rico. Tesis no publicada Escuela graduada se Salud Pública. Universidad de Puerto Rico.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2008). Plan integral de recurso de agua. San Juan, Puerto Rico. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

- Fujioka, R. S. (2001). Monitoring coastal marine waters for spore-forming bacteria of fecal and soil origin to determine point from non-point source pollution. *Water Science and Technology*. 44(7): Pp. 181-188.
- Gaete, H; Aránguiz, F.; Cienfuegos, G. & Tejos, M. (2007). Metales pesados y toxicidad de aguas del Río Aconcagua en Chile. *Quim Nova* (30)4: Pp. 885-891.
- García-Moll, A. (1978). Ed.: Escorrentías Urbanas y Comunidades Rurales; En: Plan de manejo para la calidad del agua en Puerto Rico, Informe final del Proyecto 208 Isla, Capítulo 5: Fuentes Dispersas, (Pp. 323-361, 365-408).
- Guerra, H.; Alcántara, F.; campos, L. (1996). *Piscicultura Amazónica con Especies Nativas*. Ediciones MIRIGRAF S.R.L. Lima, Perú. Pp.169.
- Basualdo, G.y Yacila, J. (2015). Determinación de Arsénico y Cadmio en aguas del Río Rímac y Habas Cultivadas en el Distrito de San Mateo de Huánchor de la Región de Lima. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima. Perú. Pp. 98
- Gómez, A.& Otros. (2004). "Metales Pesados en el Agua Superficial del Río San Pedro Durante 1997 y 1999". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Volumen 2, N°01. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 5 – 12.
- GOREU. (2012). *Plan Regional de Prevención y Atención de Emergencias en la Region Ucayali*. Pp. 8 – 9.
- Gromaire, M. C., Garnaud, S., Gonzales, A.&Chebbo, G. (1999). Characterization of urban run-off pollution in Paris. *Water, Science and Technology Journal*, 39(20): Pp. 1-8.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. Pp. 1 – 656.

- JCA. Junta de Calidad Ambiental. (1978). Plan de manejo para la calidad del agua en Puerto Rico. Informe final del proyecto 208 Isla, División de Calidad de Agua, Junta de Calidad Ambiental, Oficina del Gobernador, Estado Libre Asociado de Puerto Rico, octubre de 1978.
- JCA. Junta de Calidad Ambiental. (2003a). Puerto Rico Water Quality Inventory and list of impaired waters. 2002 305(b)/303(d). IntegratesReport Final Versión. Estado Libre Asociado. Oficina de la Gobernadora.
- Marrugo, José. (2011). Evaluación de la Contaminación por Metales Pesados en la ciénaga la Soledad Bahía de Cispata, - Cuenca del Bajo Sinú, Departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Montería, Julio de 2011. Pp. 1 – 153.
- Memon, F. A. & Butler, D. (2005). Characterization of pollutants washed off from road surfaces during wet weather. *UrbanWaterJournal*, 2(3): Pp. 171-182.
- Morales, K. (2006). Calidad del Agua y Posibles Fuentes de Contaminación en la Cuenca del Río Morovis. Tesis no publicada. Escuela de Asuntos Ambientales. Universidad Metropolitana.
- Norat, J. (2002). Uso de terrenos y calidad e agua en la cuenca hidrográfica del río La Plata en Puerto Rico. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México, 27 al 31 de octubre.
- La Gaceta. (1997). Ley Sobre la Calidad del Agua Potable. San José, Costa Rica.
- Lapedes, D. (1981). Diccionario de Términos Científicos y Técnicos. Ediciones MARCOMBO. Barcelona España. Pp. 537.
- Plataroti, M. (2010). Caracterización de la Calidad del Agua de una Sección del Río Luján: Efectos Sobre el fitoplancton. Departamento de Ecología, Genética y Evolución. Bueno Aires: Universidad Nacional de Buenos Aires. Pp. 2.

- Ocasio, F. (2008). Evaluación de la Calidad del Agua y Posibles Fuentes de Contaminación en un Segmento del Río Piedras. Puerto Rico. Pp. 141.
- Organización Mundial de la Salud (Septiembre 04 del 2001). Guías OMS para la calidad del Agua de Bebida. <http://www.cepis.ops-oms.org>.
- Ortiz, F. (2004). Coliformes fecales en el río Puerto Nuevo. Tesis no publicada. Escuela Graduada de Salud Pública. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Ciencias Médicas.
- Prieto, J.; González, C.; Román, A. & Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Pp. 10: 29-44
- Reyes, M. & Otros. s/a. Metales Pesados: Importancia y Análisis. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional.
- Roggiero, A. & Saucedo, A. (2001). Evaluación de la Calidad Natural del agua del Río Dos Novillos y algunas observaciones sobre los sistemas de producción agropecuarios desarrollados en sus márgenes. Universidad EARTH. La Argentina de Pocora, Provincia de Limón, zona Atlántica de Costa Rica. Pp. 84 – 87.
- Rojas, C. (2011). Estudios de la Contaminación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río San Pedro, Previos a la Construcción de una Hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México. Universidad de Guadalajara. Pp. 1 – 154.
- SENAMHI, (2007). Monitoreo de la Calidad de Agua de los Ríos en el Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Perú. Pp 1- 14.

WorldResourcesInstitute. (1999). United Nations Environment Program, United Nations Development Program, The World Bank. World Resources. A Guide to The Global Environment. Oxford University Press, Inc. New York, USA. Pp 1 - 369.

Wunderlin, D. A, Díaz, M. R, Ame, M. V, Pesce, S. F, Hued, A. C. & Bistoni, M. A. (2001). Patter recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variation in water quality. A case study: Surquia River Basin Cordoba Argentina. Water Research. 135(12): Pp. 2881-2894.

## ANEXOS



Figura 12. Medición de color



Figura 13. Medición de parámetros IN SITU

# 1. Modelo de Cadenas de Custodia

<b>ENVIROLAB - PERU S.A.C.</b> ENVIRONMENTAL LABORATORIES PERU S.A.C. Av La Marina 3059 SAN MIGUEL Telefono: 6165400 Fax: 616-5418 envirolab@envirolabperu.com.pe							<b>CADENA DE CUSTODIA DE CAMPO</b> Solicitud de Servicios Analíticos															
<b>Cliente:</b> XXXX		<b>Persona de contacto:</b> Elías SALDAÑA RENGIFO			<b>Dirección:</b> V. JOSE GALVEZ BARRENECHEA 145 - SAN ISIDR																	
<b>Procedencia de la Muestra:</b> NUEVA ITALIA		<b>Telefono:</b> 225-6599			<b>Plan de Muestreo (Envirolab):</b>																	
<b>Muestreado por :</b>		Cliente <input checked="" type="checkbox"/>	Envirolab <input type="checkbox"/>	<b>Fecha de muestreo:</b> 08/01/2014			<b>Copia de cadena entregada Si</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>No</b> <input type="checkbox"/>															
Identificación de Muestra	Hora	Tipo de Matriz (*)	Nº de Envases	Preservante	Código de Laboratorio	Análisis Requeridos										Otras Observaciones						
						Para uso de análisis de campo																
AS - 01	14:10	A. Sup.	10	SEGÚN INDICACIÓN		X																
AS - 02	13:50	A. Sup.	10	SEGÚN INDICACIÓN		X																
(*)		Agua de Efluente Domestico ( AED) Agua de Efluente Industrial (A.E.I)	Agua Potable (A.P) Agua Salina (A.Sal)	Agua Superficial (A.Sup) Agua Residual (A. R)	Agua Subteranea (A. Subt) Sedimento (SD)	Suelo (SO) Lodo (LD)	OTROS: ESPECIFICAR															
Equipos utilizados en el muestreo (Envirolab):																						
Comentarios y/o observaciones																						
EN CASO DE MUESTRAS PARA MICROBIOLOGIA INDICAR SI LAS MUESTRAS TIENEN TRATAMIENTO.																						
Condición y Temperatura de llegada (Almacen de Muestras) :																						
<b>NOTA IMPORTANTE: Se recibirán observaciones en un plazo máximo de 24 horas, pasado este tiempo cualquier parámetro adicional generará un nuevo servicio y facturación. Cuando sea pertinente las muestras tendrán una custodia máxima de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.</b>																						
Nombre y Firma del Responsable del muestreo (Envirolab):												Nombre y Firma del Representante de Almacen de muestras:										
Nombre y Firma del Cliente (Representante):												Eliás SALDAÑA RENGIFO										
Código : LM - 2.6-02												Revisión: Ene -14										
Fecha y Hora de recepción												Formato : GG - 12										



## 2. Certificado de calibración de los equipos

### a. Multiparámetro (Medición de la Conductividad y Oxígeno Disuelto)

	Coronel Odriozola N° 505 San Isidro - Lima 27, PERU email: ventas@arsarep.com.pe adm@arsarep.com.pe	<i>Asesoría y Representaciones S.A.</i> <b>ARSA REPRESENTACIONES</b>	Tel 440 2105 - 222 6241 422 1167 - 421 8670 Fax 441 5218 Web www.arsarep.com.pe

**N° 001-2536**  
Pg 1

<b>FECHA DE SERVICIO</b>	AGOSTO 12, 2011
<b>UNIDAD</b>	MULTIPARAMETRO PORTATIL
<b>MODELO</b>	85-10
<b>SERIE</b>	08G 100834
<b>MARCA</b>	YSI
<b>CÓDIGO ID - CLIENTE</b>	_____
<b>CLIENTE</b>	GEOHECNICAL & ENVIRONMENTAL LABORATORY S.A.
<b>DIRECCION</b>	MZA. D LOTE 5 URB. URB. VIÑAS DEL NARANJAL - SAN MARTIN DE PORRES
<b>AREA</b>	_____
<b>PATRON DE MEDICION</b>	LOS INDICADOS

---

**1. CALIBRACIÓN - CONDUCTANCIA ESPECIFICA**

Solución Estándar 1000 µS/cm : YSI, catálogo 3167, lote 10H-100684  
 Solución Estándar 84 µS/cm : HAMILTON , catálogo 238984 Lote 1414229  
 Temperatura de prueba : 25.1°C

METODO	LECTURA INICIAL	CORRECCION POR EL EQUIPO		LECTURA - MUESTRA	RANGO ACEPTABLE		RESULTDS
					MIN	MÁX	
1000 µS/cm	1085 µS/cm	1000 µS/cm	A	1000 µS/cm	965 µS/cm	1035 µS/cm	✓
84 µS/cm	84 µS/cm	84 µS/cm	M	85 µS/cm	82.7 µS/cm	85.3 µS/cm	✓

A = Automática  
M = Manual

Precisión Instrumento : ± 0.5% de la escala (0-499, 0-4999 us/cm)  
 Precisión Patrón 1000 uS : ± 1%  
 Precisión Patrón 84 uS : ± 1%

---

**2. CALIBRACIÓN - OXIGENO DISUELTO**

Método 1 : Aire Saturado (según manual de operación)  
 Método 2 : Prueba Cero (solución sulfito de sodio)  
 Temperatura de Prueba : 17.7 °C  
 Presión Barométrica : 752 mmHg (89.2 msnm, 293 psnm)  
 Salinidad : 0.0 ppt

METODO	LECTURA INICIAL	CORRECCION POR EL EQUIPO		LECTURA - MUESTRA	RANGO ACEPTABLE		RESULTDS
					MIN	MÁX	
1 - % SAT	129.0	98.9	A	99.0	96.9	100.9	✓
1 - mg/L	12.43	9.53	A	9.53	9.23	9.83	✓
2 - mg/L			A	0.17	0.00	0.30	✓

A = Automática  
M = Manual

Precisión Instrumento % Sat : ± 2% lectura  
 Precisión Instrumento : ± 0.3 mg/L

---

**3. RESULTADOS**

- Certificamos que el equipo ha sido calibrado según el procedimiento indicado por el fabricante, se encuentra operativo y las lecturas obtenidas se encuentran dentro de los rangos aceptables de acuerdo a las características del instrumento.

  
 José Adonijó Torres  
Servicio Técnico

  
 Ing. Job Medina T.  
Asesor Técnico

## b. Potenciómetro

 <b>QUIMICA SUIZA S.A.</b>		<b>IN - 2816 - 2011</b>	
<small>Apartado 2019 Lima 180 Perú 2677 Avenida República de Panamá Teléfono Servicio Técnico: 211 4084 Fax: 211-4890 E-MAIL: <a href="mailto:labcal@quimicasuiza.com">labcal@quimicasuiza.com</a></small>			
<b>Certificado de Calibración de Potenciómetro</b>			
<b>Compañía</b>	Geotechnical & Environmental Laboratory S.A.C.		
<b>Dirección</b>	Ma 10° Lt 15° Urb. Villas del Naranjal Lima		
<b>Ubicación</b>	Laboratorio		
<b>Características de Potenciómetro</b>			
Módulo	SG2	S/N	1229105022
Identificación Interna	No aplica	Versión Software	1.00
1er tipo módulo	---	Identificación Interna	---
2do tipo módulo	---	Identificación Interna	---
<b>Módulos Adicionales</b>			
Módulo Adicional	---	Identificación Interna	---
Módulo Adicional	---	Identificación Interna	---
<b>Equipos de Medición</b>			
<b>Multímetro Digital Certificado</b>			
Fabricante	Fluke	S/N	91289017
Equipo Usado	Fluke 289	Nº de certificado	IE - 1025-2810
Equipo Patrón	Multímetro Keithley 2030	S/N	1036326
Última Calibración	10 de Noviembre del 2010		
<b>Resistencias de referencia para temperatura certificadas</b>			
Fabricante	Mettler-Toledo Omh	S/N	A114
Modelo	Meter Calibrator 61MS-61302410	Nº de certificado	9CS9173
Última calibración	13 de noviembre del 2009		
<b>Resistencias de referencia para conductividad certificadas</b>			
Fabricante	---	S/N	---
Modelo	---	Nº de certificado	---
Última calibración	---		
<small>La información mencionada ha sido calibrada y certificada de acuerdo a las instrucciones / ítemas de calibración QS 10.01.075.</small>			
<b>I - 11775</b>	<small>F-SATE-28 Rev 03</small>		<small>Página 1 de 4</small>



Apartado 2649 Lima 106 Perú  
 2577 Avenida República de Panamá  
 Teléfono Servicio Técnico: 211 4854  
 Fax: 211-4082  
 e-mail: [calibraciones@quimicasuiza.com](mailto:calibraciones@quimicasuiza.com)

IN - 2816 - 2011

## 1. Módulo de pH (mV) o pH (ion)

Tipo de módulo:  Identificación interna:  SN:

### 1.1 Calibración del sensor de entrada

Valor del estándar fornecido antes (mV)	Valor del estándar de entrada antes del ajuste (mV)	Valor del sensor de entrada después del ajuste (mV)	Máx. error permitido (tolerancia) de la entrada del sensor (± mV)	Error de entrada de las mediciones de instrumento después del ajuste final
0	0.0	0.0	1	Conforme
188	188.0	188.0	1	Conforme
508	508.0	508.0	1	Conforme
1000	1000.0	1000.0	1	Conforme
1800	1800.0	1800.0	1	Conforme
-1800	-1800.0	-1800.0	1	Conforme
-1000	-1000.0	-1000.0	1	Conforme
-508	-508.0	-508.0	1	Conforme
-188	-188.0	-188.0	1	Conforme

### 1.2 Calibración de la entrada de temperatura ATC.

Valor del estándar entregado zonificado (°C)	ATC entrada de temperatura antes del ajuste (°C)	ATC entrada de temperatura después del ajuste (°C)	Máx. error permitido (tolerancia) en la entrada de temperatura (ATC) (± °C)	Error de entrada de las mediciones de instrumento después del ajuste final
0.0	0.0	0.0	0.5	Conforme
25.0	25.0	25.0	0.5	Conforme
50.0	50.0	50.0	0.5	Conforme
75.0	75.0	75.0	0.5	Conforme
100.0	99.9	100.0	0.5	Conforme

### 1.3 Calibración de la entrada de temperatura Pt1000.

Valor del estándar entregado zonificado (°C)	ATC entrada de temperatura antes del ajuste (°C)	ATC entrada de temperatura después del ajuste (°C)	Máx. error permitido (tolerancia) en la entrada de temperatura (ATC) (± °C)	Error de entrada de las mediciones de instrumento después del ajuste final
0.0	—	—	0.0	—
25.0	—	—	0.0	—
50.0	—	—	0.0	—
75.0	—	—	0.0	—
100.0	—	—	0.0	—

I - 11776

F-SATE-28  
 Rev 03

Página 2 de 4



Apartado 2490 Lanza 100 Para  
 2377 Avenida República de Panamá  
 Teléfono Servicio Técnico: 211 4854  
 Fax: 211-4800  
 e-mail: [certificacion@quimicasuiza.com](mailto:certificacion@quimicasuiza.com)

IN - 2816 - 2011

**3. Aceptación del certificado.**

El potenciómetro METTLER TOLEDO mencionado arriba ha sido verificado. Los valores obtenidos están dentro de los límites de error permisible del equipo.

Conforme  No Conforme

Observaciones

- Luego de los trabajos de mantenimiento y calibración el potenciómetro queda dentro de tolerancia y operativo.

---

---

---

---

Lugar  Fecha

Revisado por:  Realizado por:

Firma   
 Firma

I - 11778

**c. Equipo para medición de color**

February 28, 2012

Dear Customer:

Thank you for your request for Material Safety Data Sheets. Any of our non-chemical products (i.e. plastic color discs or cubes, glassware, etc.) do not require a MSDS because these items are "articles" or are determined to be non-hazardous products (OSHA 29CFR 1910.1200). The following product(s) do not require MSDS(s):

<u>HACH Cat. Number(s)</u>	<u>Description</u>
26353-00	SPEC COLOR STD, DPD CHLORINE - LR

Sincerely,

John Oetken  
Environmental, Safety and Health Manager  
Hach Company

HACH COMPANY | 5600 Lindbergh Drive | PO Box 389 | Loveland, Colorado 80539 | 970.668.3050 | fax: 970.669.2932 | www.hach.com

### 3. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	
Problema General	Objetivo general	Hipótesis general	Variable I	Tipo de Investigación	Población
¿Cuál es el Grado de Contaminación medidos mediante parámetros físicos y químicos del río Ucayali Localidad Nueva Italia, 2014?	Caracterizar el Grado de Contaminación medidos mediante parámetros físicos y químicos del Río Ucayali Localidad Nueva Italia	Existe contaminación de las aguas del Río Ucayali, por elevadas concentraciones de las variables físicas (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc), afectando a la población de Nueva Italia.	Cualitativa	Se trata de una investigación de tipo tecnológica aplicada, ya que relaciona los procesos teóricos - prácticos en el ámbito del monitoreo ambiental.	La población viene hacer parte del universo en la cual se va a basar el estudio y del cual se quiere obtener información, consideramos como población al centro poblado de Nueva Italia.
Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable II	Nivel de Investigación	Muestra
¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) en agua dentro de la zona de estudio?	Caracterizar el nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color).	El nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua son muy elevados dentro de la zona de estudio.	Cuantitativa: Grado de contaminación	El nivel de investigación es cuantitativo ya que cuantifica la información y permite ser tratada por análisis.	Está conformada por los dos puntos de muestreos que están ubicados aproximadamente uno a 100 metros del centro poblado de Nueva Italia (aguas arriba) y el otro aproximadamente a 1 000 metros del vertimiento de efluentes domésticos del centro poblado de Nueva Italia (aguas abajo).

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	
¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua en la zona de estudio contra los parámetros de los ECA establecidos?	Caracterizar la concentración de los parámetros químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) del Río Ucayali.	La concentración de las variables físicas (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicas (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua de la zona de estudio muestra contraste con los parámetros de los ECA establecidos.			



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION MEDIANTE  
PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL RÍO UCAYALI, LOCALIDAD  
NUEVA ITALIA, 2014

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

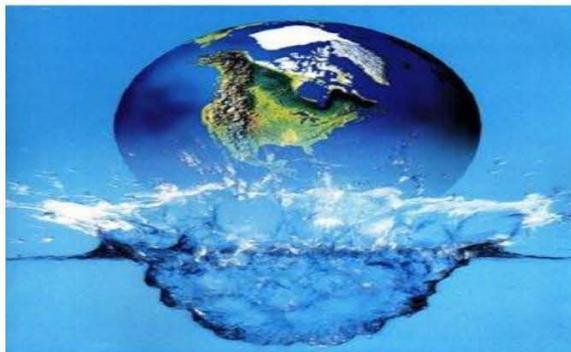
SALDAÑA RENGIFO, Elias

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

LIMA - PERÚ  
2017

## INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del agua por años viene siendo un factor determinante en la salud pública de las personas; se ha incrementado enormemente debido a una falta de atención por parte de las autoridades y concientización por parte de los pobladores.

## **Caracterización de la Realidad Problemática**

Las aguas del río Ucayali siempre se han caracterizados por ser una de las principales recursos de todos los que dependen de esta cuenca. Estas aguas pueden contaminarse en su trayecto desde el nacimiento hasta su desembocadura, y transportar y acumular contaminantes

# Formulación del Problema

## **Problema General**

¿Cuál es el Grado de Contaminación medidos mediante parámetros físicos y químicos del río Ucayali localidad nueva Italia, 2014?

## **Problemas Específicos**

¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros físicos en agua dentro de la zona de estudio?

¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros químicos en agua en la zona de estudio contra los parámetros de los ECA establecidos?

# Objetivos

## Objetivo General

Caracterizar el Grado de Contaminación medidos mediante parámetros físicos y químicos del Río Ucayali localidad de nueva italia.

## Objetivos Específicos

Caracterizar el nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color).

Caracterizar la concentración de los parámetros químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) del Rio Ucayali.

## Importancia

El cuidado y conservación de los cuerpos de agua radica en el papel que estos tienen en los ecosistemas, ya que ayudan como suministro de agua de ciudades y cabeceras municipales, pesca, recreación, belleza del entorno, regulador de clima, hábitat de especies endémicas y migratorias.



## Limitaciones

- Debido a la falta de recursos económicos y al alto costo de los análisis de las muestras, no fue posible realizar un número mayor de muestras. Con un mayor número de muestras se mejoran los resultados estadísticos y cuantitativos.
- Pérdida de muestras coleccionadas por errores técnicos.
- El equipo para medir concentraciones de metales sólo nos permitió muestrear metales específicos (de acuerdo al laboratorio).
- La mala graduación de los equipos.
- El mantenimiento de los equipos.
- Los Factores Climatológicos.

# Antecedentes de la Investigación

## Marco Referencial

### Antecedentes de la Investigación

Las viviendas cercanas al Río Ucayali, como los AAHH, pueblos jóvenes y otras habilitaciones descargan sus efluentes a los caños naturales.



# Marco Legal

## • Ley

- Constitución Política del Perú de 1993.
- Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales – Ley N° 26821.
- Ley General de Salud Ley N° 26842.
- Ley General del Ambiente N° 28611.
- Reglamento de la Ley de los Recursos Hídricos Ley N° 29338
- Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud
- D.S. N° 023-2009-MINAM. Aprueban disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.
- R.J. N° 202-2010-ANA. Aprobar la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros
- D.S. N° 002-2008-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA para el agua)

Tabla 1. Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental para el Agua

Parámetros Actuales	Unidad	Categoría 1: Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable		Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático
		Agua Potable	Recreación	Ríos
		A1	B1	Selva
Físicos y Químicos		Valor	Valor	Valor
Color	Color verdadero escala PT/Co	15	Sin cambio normal	20
Conductividad	uS/cm	1 500	**	1000
Oxígeno disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	≥ 5
pH	pH	6,5 – 8,5	6 - 9 (2,5)	6,5 – 8,5 -9
Inorgánicos				
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05
Cadmio	mg/L	0,003	0,01	0,004 - 0,0025
Cromo total	mg/L	0,05	0,05	0,011
Mercurio	mg/L	0,001	0,001	0,0001
Zinc	mg/L	3	5	0,3-012

Fuente: D.S. N° 002-2008-MINAM

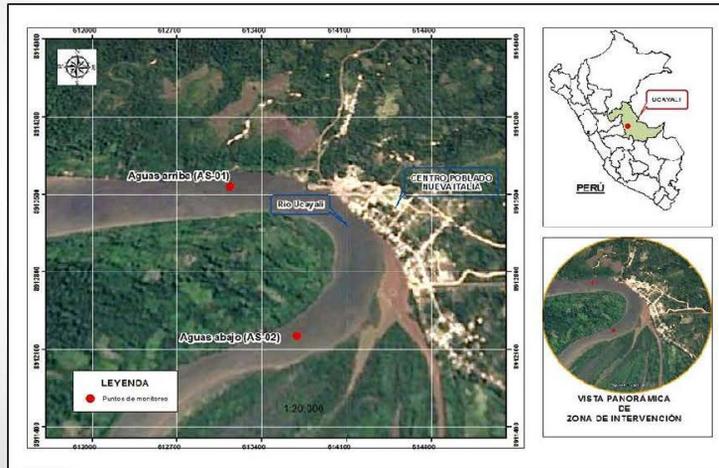
## Metodología

### Método

Las muestras de aguas fueron tomadas en los puntos georeferenciados de acuerdo con los lineamientos del Estándar Methods (métodos estándar) establecidos para cada una de las variables o factores ambientales a evaluar (Marrugo, 2011).



## Ubicación geográfica



## Red Hidrográfica

Los principales tributarios del río Ucayali son el río Abujao, Tamaya, Sheshea, Cohengua, Callería, Utuquinia y el río Aguaytia que recibe las aguas del río Yurac y el San Alejandro (GOREU, 2012).



## Clima



## Ubicación de los puntos de Monitoreo de Agua Superficial

Código de Monitoreo	Coordenadas UTM (WGS'84)		Referencia
	Este	Norte	
AS - 01	613 143	8 913 568	Río Ucayali - aguas arriba
AS - 02	613 691	8 912 220	Río Ucayali - aguas abajo

### **Tipo de la investigación**

Se trata de una investigación de tipo tecnológica aplicada, ya que relaciona los procesos teóricos- prácticos en el ámbito del monitoreo ambiental.

### **Nivel de la investigación**

El nivel de investigación es cuantitativo ya que cuantifica la información y permite ser tratada por análisis estadístico. (Hernández, 2010)

### **Diseño de la investigación**

El Diseño de la investigación es Descriptivo Correlacional, ya que se realizaron trabajos sin manipular deliberadamente variables.

## **Hipótesis de la investigación**

### **Hipótesis general**

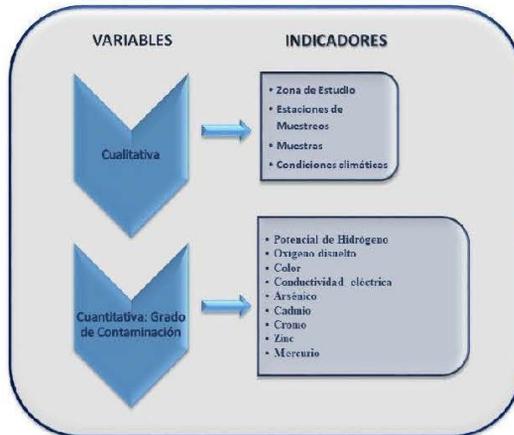
Existe contaminación de las aguas del Río Ucayali, por elevadas concentraciones de las variables físicas (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicas (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc), afectando a la población de Nueva Italia.

### **Hipótesis específicas**

-El nivel de concentración de los parámetros físicos (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicos (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua son muy elevados dentro de la zona de estudio.

-La concentración las variables físicas (Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Color) y químicas (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Zinc) en agua de la zona de estudio muestra contraste con los parámetros de los ECA establecidos.

# Variables



# Técnicas e Instrumentos

## Técnicas de la Investigación

### Métodos:

- Mediciones directas.
- Observación.
- Análisis de los resultados.

## Instrumentos de la Investigación

Los instrumentos para la recopilación de datos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información:



## ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Resultados de los Parámetros Analizados In Situ

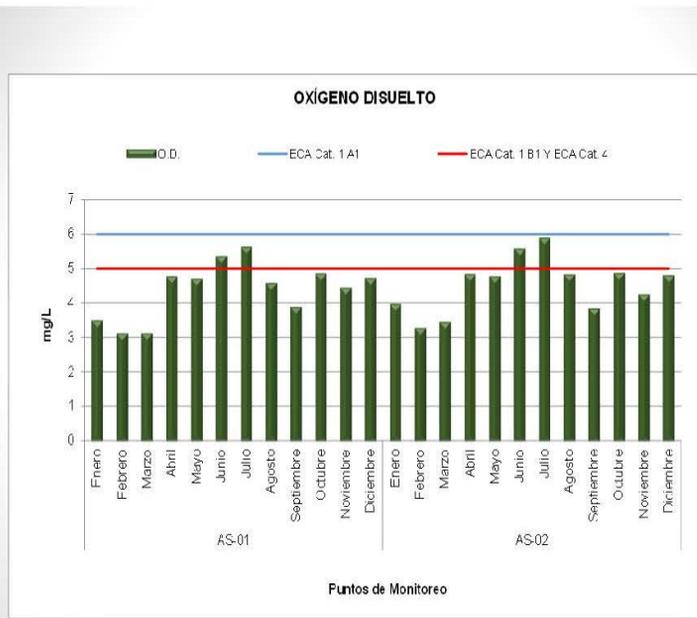
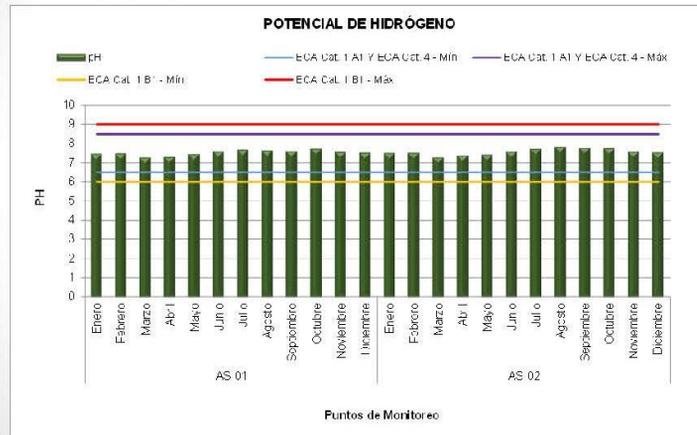
Ubicación	Puntos de Monitoreo	Meses	Fecha de Muestreo	Análisis In Situ				
				pH	O.D.	Color	C.E.	
Centro Poblado Nueva Italia	AS-01	Enero	04/01/2014	7,44	3,47	66,19	140,62	
		Febrero	01/02/2014	7,46	3,09	71,00	156,60	
		Marzo	01/03/2014	7,24	3,09	70,00	150,66	
		Abril	01/04/2014	7,27	4,75	22,38	196,61	
		Mayo	01/05/2014	7,41	4,68	11,45	269,32	
		Junio	01/06/2014	7,57	5,34	9,24	334,07	
		Julio	01/07/2014	7,65	5,62	7,77	385,23	
		Agosto	01/08/2014	7,61	4,56	11,33	226,42	
		Septiembre	01/09/2014	7,57	3,86	17,18	117,50	
		Octubre	01/10/2014	7,70	4,84	14,35	188,09	
		Noviembre	01/11/2014	7,54	4,42	12,59	189,32	
		Diciembre	01/12/2014	7,49	4,70	11,03	130,42	
	<b>Promedio Anual</b>				<b>7,50</b>	<b>4,37</b>	<b>27,04</b>	<b>198,74</b>
	AS-02	Enero	04/01/2014	7,47	3,95	65,34	136,29	
		Febrero	01/02/2014	7,48	3,25	69,00	157,50	
		Marzo	01/03/2014	7,24	3,43	71,29	150,23	
		Abril	01/04/2014	7,35	4,82	22,21	182,09	
		Mayo	01/05/2014	7,39	4,75	10,90	254,91	
		Junio	01/06/2014	7,56	5,56	8,97	292,67	
		Julio	01/07/2014	7,69	5,88	7,35	247,69	
		Agosto	01/08/2014	7,80	4,81	10,03	251,61	
		Septiembre	01/09/2014	7,75	3,82	15,21	181,49	
		Octubre	01/10/2014	7,72	4,85	13,39	189,81	
		Noviembre	01/11/2014	7,56	4,23	11,14	197,27	
		Diciembre	01/12/2014	7,50	4,78	10,23	120,54	
		<b>Promedio Anual</b>				<b>7,54</b>	<b>4,51</b>	<b>26,25</b>

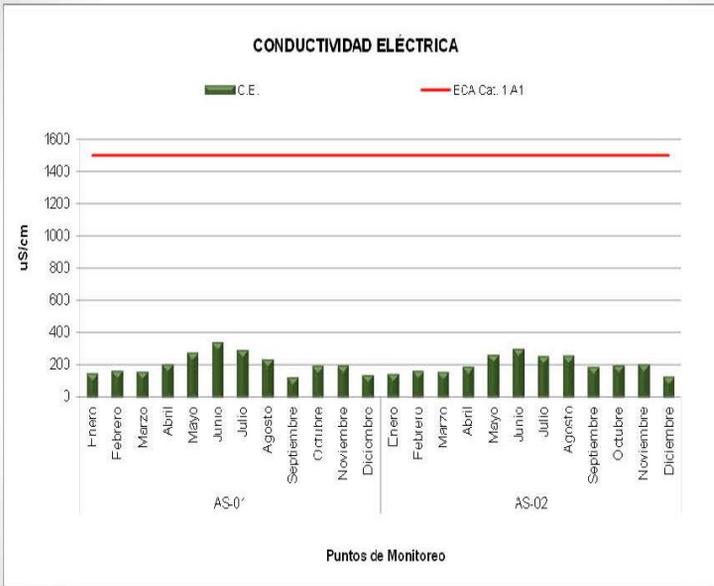
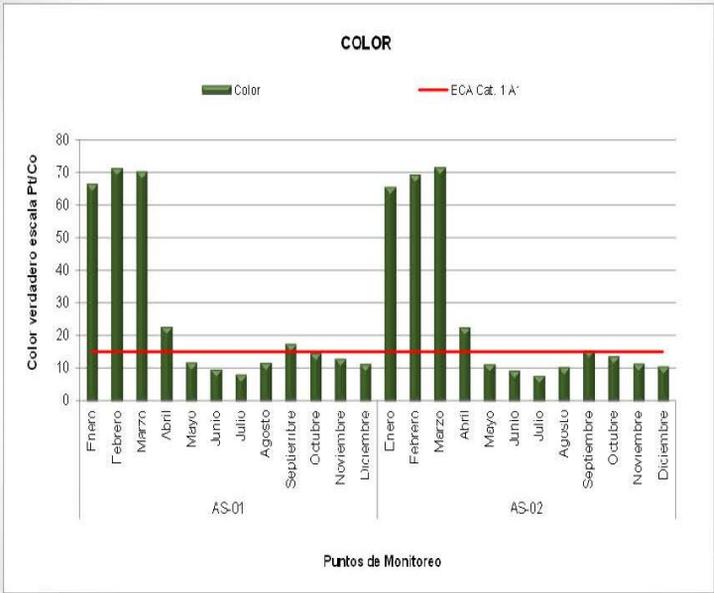
### Resultados de los Parámetros Analizados en Laboratorio

Ubicación	Puntos de Monitoreo	Meses	Fecha de Muestreo	Análisis de Laboratorio				
				Arsénico mg/L	Cadmio mg/L	Cromo mg/L	Zinc mg/L	Mercurio mg/L
Centro Poblado Nueva Italia	AS-01	Enero	04/01/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,018	N.D.
		Febrero	01/02/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,022	N.D.
		Marzo	01/03/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,173	N.D.
		Abril	01/04/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,025	N.D.
		Mayo	01/05/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,028	N.D.
		Junio	01/06/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,508	N.D.
		Julio	01/07/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,021	N.D.
		Agosto	01/08/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,006	N.D.
		Septiembre	01/09/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,011	N.D.
		Octubre	01/10/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,039	N.D.
		Noviembre	01/11/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,014	N.D.
		Diciembre	01/12/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,014	N.D.
	<b>Promedio Anual</b>				<b>0,02</b>	<b>N.D.</b>	<b>0,073</b>	<b>N.D.</b>
	AS-02	Enero	04/01/2014	0,03	N.D.	N.D.	0,022	N.D.
		Febrero	01/02/2014	0,01	N.D.	N.D.	0,018	N.D.
		Marzo	01/03/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,201	N.D.
		Abril	01/04/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,013	N.D.
		Mayo	01/05/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,014	N.D.
		Junio	01/06/2014	N.D.	N.D.	N.D.	0,512	N.D.
		Julio	01/07/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,013	N.D.
Agosto		01/08/2014	0,02	N.D.	N.D.	0,012	N.D.	

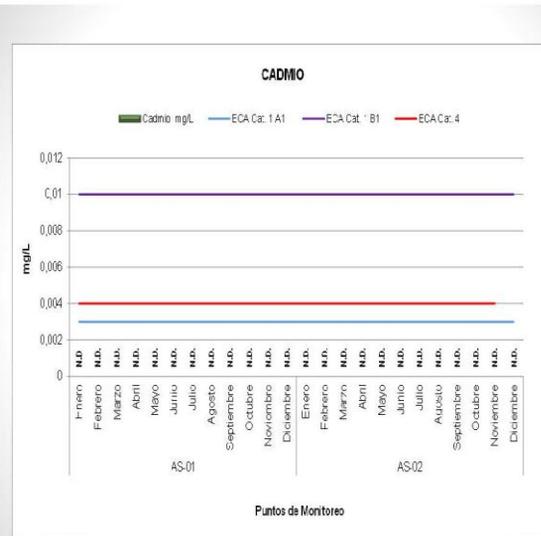
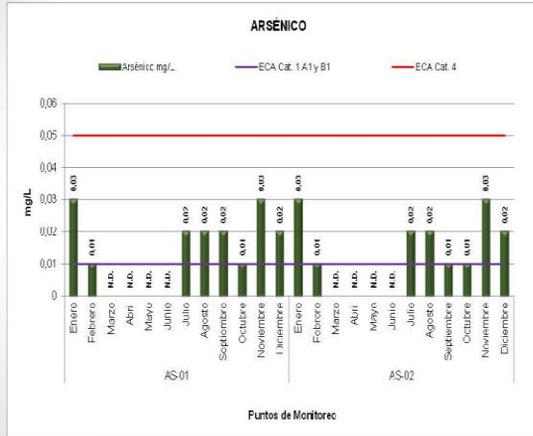
# Análisis y Diseño de los resultados de Investigación

## Parámetros In Situ

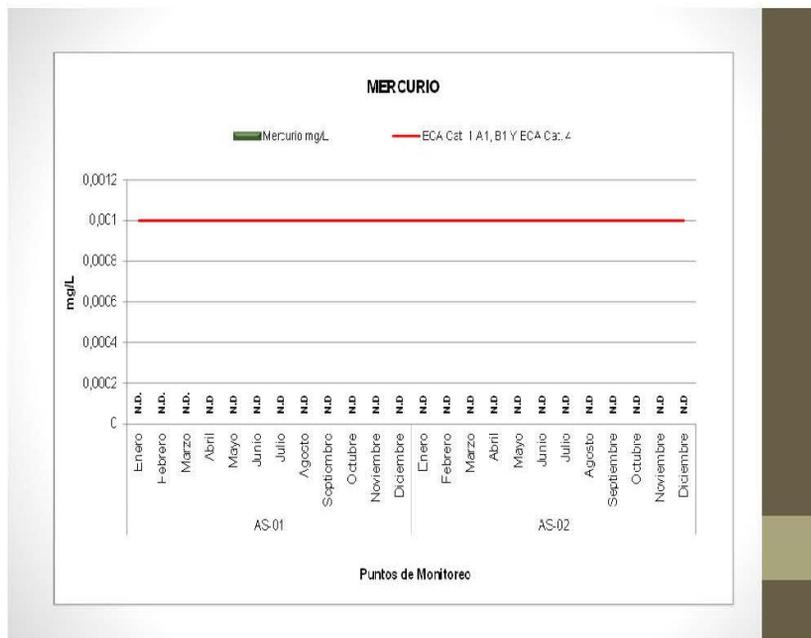




Parámetros de Laboratorio







## CONCLUSIONES

En las estaciones de monitoreo AS-01 y AS-02 ubicados en las cercanías del poblado de Nueva Italia en el río Ucayali en la mayoría de los parámetros medidos cumplen con los ECA para agua. Estos resultados fueron comparados con la categoría 1 (A1 y B1) y la categoría 4. Por ende, todavía se tiene registros de cuatro parámetros de los nueve parámetros analizados en este trabajo de investigación que superan los ECA para agua, tales como:

- Los valores de oxígeno disuelto registrado en la mayoría de los puntos de monitoreo no se encuentran dentro de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1) y categoría 4, durante los diferentes meses muestreados. Estas bajas concentraciones puede deberse a las características físico-químicos y biológicos de este cuerpo de agua.

- Los valores de color registrados en la mayoría de los puntos de monitoreo no se encuentran dentro de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1) durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, pudiéndose observar una disminución durante los meses siguiente. Estas bajas concentraciones de oxígeno disuelto (OD) pueden deberse a la baja turbulencia de estas aguas y a la cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, lo cual influye que disminuya los niveles de OD en agua naturales.

- Los valores de arsénico obtenidos durante los diferentes meses muestreados en los dos puntos de monitoreo, se encuentran en su mayoría por encima de lo permitido por los ECA para agua categoría 1 (A1 - B1), sin embargo no supera los valores permitidos por los ECA para agua categoría 4 ECA para agua. El aumento de este parámetro puede deberse a procesos naturales y procesos antropogénicos.

- La mayoría de los valores de zinc se encuentran por debajo de lo establecido por los ECA para agua categoría 1 (A1 y B1). Sin embargo, en los dos puntos de monitoreo se encuentran por encima de lo establecido por los ECA para agua categoría 4, durante el mes de junio. La presencia de Zinc no procede de fuentes puntuales sino de cualquier cuerpo natural, es decir, el zinc elemental no es considerado contaminante pero sus derivados en algunas ocasiones pueden resultar altamente peligrosos.

#### RECOMENDACIONES

-Se recomienda que un próximo estudio sobre la calidad del agua del río Ucayali, cercano al poblado de Nueva Italia, se realicen análisis microbiológicos, siendo este un parámetro fundamental para medir la contaminación de estas aguas.

-Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se recomienda monitorear los parámetros como arsénico y zinc al menos dos veces al año, para el seguimiento y evaluación de la contaminación, las cuales podrían darse en temporadas secas y húmedas.

-Es necesario informar a la población sobre los peligros de la toxicidad del arsénico y zinc en estos tipos de aguas, para evitar la bioacumulación y posible toxicidad.

-Considerar los valores obtenidos en esta investigación como línea base para comparación con otros estudios de similar características al Río Ucayali.