

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE**

TÍTULO DE LA TESIS

**“CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS DEL RÍO TAMBOPATA,
DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS – 2014”**

TESISTA: BRICEYDA PATILLA PINEDA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

MADRE DE DIOS – PUERTO MALDONADO – PERÚ

– 2015 –

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

En el Anfiteatro N° 02 de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, siendo las 17:30 horas del día 18 de noviembre de 2015, dando cumplimiento a la Resolución N° 190-2015-UNAMAD-DFI, de fecha 12 de noviembre de 2015, se reunieron los *Miembros del Jurado para la sustentación del trabajo de tesis intitulado "CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS DEL RIO TAMBOPATA"*, presentado por la Bachiller: *Briceyda Patilla Pineda*, integrado por los siguientes docentes:

- | | |
|-----------------------------------------------|-------------|
| • Ing. Mishari Rolando García Roca | Presidente |
| • M.Sc. Liset Rodríguez Achata | Secretario |
| • M.Sc. Telesforo Vásquez Zavaleta | Vocal |
| • M.Sc. Hilda Margarita Soto Benavente | Accesitaria |

Con la finalidad de evaluar el trabajo de tesis intitulado antes mencionado. Acto seguido se procedió con la exposición del trabajo de tesis por parte de la sustentante, el jurado procede con la fase de preguntas respectivas y luego el sustento de la tesista. Acto seguido el jurado procede a deliberar de forma reservada y libremente, declarando el trabajo expuesto con el calificativo de **MUY BUENO** y una nota de **DIECISÉIS (16)**, previo a esto la graduanda deberá de realizar el levantamiento a las observaciones entregadas por el jurado calificador.

En fe de lo cual firmamos la presente acta, siendo las 18:30 horas del día 18 de noviembre del 2015, se dio por culminado el presente acto de sustentación.



Ing. Mishari Rolando García Roca
Presidente

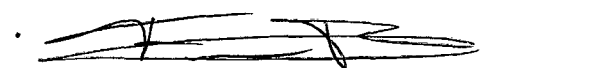

M.Sc. Liset Rodríguez Achata
Secretario


M.Sc. Telesforo Vásquez Zavaleta
Vocal


M.Sc. Hilda Margarita Soto Benavente
Accesitaria


Briceyda Patilla Pineda


Asesor


Francisco Román Dañobeytia
Co-Asesor

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti mi Dios todopoderoso, por la salud, fuerza y bendición brindada cada día en mi vida, por velar y guardar mi salir y entrar.

Especialmente a mis padres Manuel Patilla y Gertrudes Pineda, quienes son los mejores del mundo, mis primeros maestros cariñosos, comprensivos y pacientes, que han guiado siempre mi camino y han depositado su confianza en mí, para convertirme en una profesional.

A toda mi familia, los llevo en mi corazón y son los pilares y soporte de mi vida; esta tesis no la hubiera podido culminar sin ayuda de ustedes.

Briceyda Patilla Pineda

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme culminar una meta más en mi vida.

El esfuerzo que realice para culminar esta investigación fue motivado por las personas e instituciones que a continuación menciono y a quienes agradezco infinitamente su apoyo.

Mis padres y hermanos en especial a Celina Patilla P. que estuvo ahí siempre inculcándome para terminar la investigación, por el amor, apoyo, guía y paciencia en mi formación humana y académica.

A mi asesor de tesis: Ing. MSc. Joel Peña V. y Coasesor Phd. Francisco Román D.; a los profesionales especialistas en materia ambiental Ing. MSc. Gabriel Alarcón A.; Blgo. Juan Flores R.; PhD. Julio Araujo por contribuir en mi formación académica, profesional y culminación de tesis a la Ing. Zenaida Chulla P. y Roxana Casilla A. Por su incondicional apoyo para que la investigación fuera a realizarse

Al Consorcio Madre de Dios de la UNAMAD, por el interés y compromiso por la región de Madre de Dios con apoyo de la Universidad de Florida y USAID por el financiamiento otorgado para el desarrollo de la tesis.

A la Autoridad Nacional del Agua (ANA) por brindar la información necesaria, por facilitar los equipos para poder llevar a cabo la culminación de la tesis.

Al Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) por permitirme ingresar al área donde fueron colectadas las muestras para el proceso de investigación.

A mis amigos y colaboradores y aquellas personas que considero importes en vida por su apoyo en el presente trabajo.

PRESENTACIÓN

En la región de Madre de Dios a la actualidad, la contaminación por la actividad antropogénica ha sido uno de los problemas fundamentales en el marco ambiental, principalmente en los cuerpos de agua así como en los ríos, aguajales y otros. La actividad minera aurífera ha sido en estos últimos años la fuente de los metales tóxicos y contaminantes ocasionando la contaminación del aire, agua y otros componentes de la diversidad ecológica, por lo general los ecosistemas del ambiente terrestre y acuático durante los últimos años se ha adaptado al cambio climático y las contaminaciones por la actividades antropogénicas. A raíz de las amenazas por la contaminación en los ríos del departamento de Madre de Dios, uno de sus cuencas como es el río Tambopata tiende a perder su calidad en su recurso acuático.

En el marco de la investigación de la Calidad del agua y sedimentos en el río Tambopata del departamento de Madre de Dios, se decidió realizar un estudio de los agentes contaminantes por la actividad antrópica. El río Tambopata posee una enorme diversidad acuática, esta a su vez es aprovechada por el hombre como recurso sustentatorio en las actividades cotidianas así como la pesca, uso de sus aguas en actividades mineras y entre otros, dado las consecuencias por la actividad del hombre sin la responsabilidad con el medio ambiente, la calidad de agua del río Tambopata es afectado por causa de los agentes contaminantes emitidos a los cauces de sus subcuencas y cuenca del río Tambopata determinando mayor nivel de contaminación en sus diferentes componentes de metales y agentes tóxicos contaminantes, alterando de esa forma sus características físicos-químicas propias del agua afectando sus componentes normales.

En este trabajo de estudio realizado sobre la calidad de agua en el río Tambopata, se partió de un problema por las características de la actividad que se realiza en el entorno de la cuenca del río Tambopata, planteando hipótesis sobre el nivel de agentes contaminantes con objetivos claros enmarcados en la calidad de agua. El contenido de metales pesados en agua y sedimento, son susceptibles a moverse pudiendo afectar, en mayor o menor medida al medio acuático, generalmente ha sido afectada por los desechos de la utilización de equipos para minería y el material mercurio (Hg) utilizado para la amalgamación del oro, los componentes de la utilización de materiales y equipos que ha sido la procedencia de los metales pesados alterando no solo al agua si no a sus componentes del medio acuático (Romero, 2009), debido a la contaminación por metales tóxicos y agentes contaminantes del agua cualquiera sea su naturaleza, provoca en las

especies, en las estructuras o en las relaciones tróficas, perturbaciones o que conducen a alteraciones en los ecosistemas biológicos así también en el hombre.

Este estudio se enmarca en el análisis de los componentes en los parámetros físico-químicos del agua, componentes del agua que son receptores de diferentes tipos de desechos, ya sea naturales o contaminantes, (García, 1995), y la contaminación en los depósitos de sedimentos en ocasión aumenta la turbidez del agua, así como cambios en sus recursos hidrobiológicos, muchas veces modificación de sus lechos del río, así como la obstaculización del paso de animales silvestres impactando en la calidad del agua.

Así mismo el presente trabajo de estudio de la calidad de agua en el río Tambopata consta tener claro sobre la contaminación por metales y agentes contaminantes del agua, procediéndose a muestrear y tomar datos in situ para tener mejor los resultados de este estudio, también se procedió a tomar en cuenta los límites permisibles nacionales e internacionales. De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene la conclusión y recomendación necesaria para tomar acciones y precauciones.

Al respecto, el estudio se ha llevado en colaboración con los asesores y colaboradores del proyecto consorcio Madre de Dios en coordinación con la UNAMAD.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	3
INDICE GENERAL	5
INDICE DE CUADROS.....	7
INDICE DE FIGURAS.....	8
LISTA DE ANEXOS.....	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	13
Identificación y determinación del problema.....	15
Formulación del problema.....	16
Justificación e importancia	16
Delimitación del problema	16
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivo específico	17
Hipótesis	17
Hipótesis central.....	17
Hipótesis alterna.....	17
Hipótesis nula	17
Sistema de variables e indicadores.....	17
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	19
1.1. Antecedentes	19
1.2. Revisión e investigación bibliográfica	24
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	41
2.1. Materiales, Equipos y Herramientas.....	41
2.2. Metodología	41
2.2.1. Ubicación política y geográfica del lugar de estudio.....	42

2.2.2. Fases de Investigación	45
A). Fase Gabinete.....	45
B). Fase Post Campo.....	46
Criterios para la selección de los puntos de muestreo.....	47
C). Fase Campo.....	48
C.1. Muestreo de Agua.....	50
C.2. Muestreo de sedimentos.....	52
C.3. Parámetros ambientales	54
2.2.3. Análisis Estadístico.....	54
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
3.1. Resultados de análisis de parámetros físico-químicos, microbiológicos de agua y metales pesados de sedimento.....	56
3.1.1. Resultados de análisis de parámetros físico-químicos de agua.....	56
3.1.1.1. Comparación con límites permisibles nacionales.	57
3.1.2. Resultados de análisis de aguas superficiales.....	61
3.1.2.1. Comparación con límites permisibles nacionales e internacionales.....	61
3.1.3. Resultados análisis de parámetros Microbiológicos de agua.....	64
3.1.3.1. Comparación con límites permisibles nacionales.	64
3.1.4. Resultados de análisis de sedimento.....	66
3.1.4.1. Comparación con límites permisibles nacionales e internacionales.....	67
3.2. Discusiones de resultados de parámetros físico-químicos, microbiológicos de agua y metales pesados de sedimento.....	72
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFIA.....	77
ANEXOS	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Concentraciones de metales pesados en varios tipos de rocas ($\mu\text{g/g}$).	33
Cuadro 2. Concentraciones de Hg en varias matrices medioambientales (ng/g).....	34
Cuadro 3. Consideraciones tomadas para la ubicación de los puntos según estudios realizados por otras instituciones en diferentes sitios de monitoreo del agua en el río Tambopata.	49
Cuadro 4. Puntos de muestreo o estaciones para determinar parámetros químicos del agua.	51
Cuadro 5. Puntos de muestreo o estaciones para determinar metales pesados en sedimento.....	53
Cuadro 6. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos que han sido evaluados en aguas superficiales.....	54
Cuadro 7. Metales pesados que han sido evaluados en sedimentos.....	54
Cuadro 8. Determinación de análisis de varianza (ANOVA) de parámetros físico-químicos de agua en las estaciones estudiadas, (ANOVA., Prueba de Tukey, $P<0.05$).	57
Cuadro 9. Valores promedio (+desviación estándar) de parámetros físico-químicos del agua y Límites Permisibles.....	57
Cuadro 10. Aplicación estadística en muestras de aguas superficiales, en las tres estaciones estudiadas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P<0.05$).	61
Cuadro 11. Aplicación de los límites permisibles nacionales (ECA) e internacionales (EU) para aguas superficiales.....	62
Cuadro 12. Análisis estadístico en la concentración promedio de parámetros microbiológicos de muestras de agua de las tres estaciones estudiadas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P<0.05$).....	64
Cuadro 13. Aplicación de los límites permisibles nacionales (ECA) para los parámetros microbiológicos del agua.	64
Cuadro 14. Análisis estadístico en la concentración promedio de metales en muestras de sedimento de las tres estaciones estudiadas, (ANOVA, Prueba de Tukey, $P<0.05$).	67
Cuadro 15. Aplicación de los límites permisibles internacionales (USEPA) para calidad de sedimento.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biogeoquímico del mercurio en áreas auríferas de la amazonia, Harris et al. (2007).	36
Figura 2. Ciclo biogeoquímico del Plomo (Pb) (Badillo, 2001).	37
Figura 3. Ciclo biogeoquímico del As (Martínez, 2005).	40
Figura 4. Ubicación del lugar de estudio (Elaboración propia, 2015).	42
Figura 5. Procedimiento para la toma manual de muestras en cuerpos de agua en movimiento (Elaboración propia, 2014).	50
Figura 6. Procedimiento para la toma de muestras de agua en el cuerpo transversal del río (Elaboración propia, 2014).	52
Figura 7. Procedimiento para la toma de muestras de sedimentos en el cuerpo transversal del río en una Estación (Elaboración propia, 2014).	53
FIGURA 8. Valores promedio y variabilidad de potencial de hidrogenion (pH) en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).	58
Figura 9. Valores promedio y variabilidad de la Temperatura en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).	58
Figura 10. Valores promedio y variabilidad de Turbidez en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras denotan no hay diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).	59
Figura 11. Valores promedio y variabilidad de Oxígeno Disuelto en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras denotan, no hay diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).	59
Figura 12. Valores promedio y variabilidad de la Conductividad eléctrica en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras, denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).	60
Figura 13. Valores promedio y variabilidad de Fosfatos en cada una de las estaciones de muestreo. Con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Fosfatos (Elaboración propia, 2015).	63

- Figura 14.** Valores promedio y variabilidad de Nitratos en cada una de las estaciones de muestreo. Con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Nitratos (Elaboración propia, 2015).63
- Figura 15.** Valores promedio y variabilidad de Col. Termotolerantes en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras, denotan no hay diferencias estadísticamente significativas, con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Col. Termotolerantes (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).66
- Figura 16.** Valores promedio y variabilidad de Col. Totales en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras, denotan no hay diferencias estadísticamente significativas, con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Col. Totales (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).66
- Figura 17.** Valores promedio y variabilidad de Mn en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras, indica no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).69
- Figura 18.** Valores promedio y variabilidad de Fe en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de barras no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).69
- Figura 19.** Valores promedio y variabilidad de Cu en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).70
- Figura 20.** Valores promedio y variabilidad de Zn en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).71
- Figura 21.** Valores promedio y variabilidad de As en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).71
- Figura 22.** Valores promedio y variabilidad de Pb en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).72

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de cadena de custodia para determinar muestras al momento del monitoreo.	85
Anexo 2. Mapa de ubicación de las Estaciones establecidas.....	86
Anexo 3. Mapa de distribución para la toma de muestras de agua superficial.	86
Anexo 4. Mapa de distribución para la toma de muestras de Sedimento.	88
Anexo 5. Registro fotográfico del estudio en el río Tambopata.	89
Anexo 6. Cuadro de Norma Peruana aplicable para calidad de agua en ríos de selva (D.S. N° 002-2008-MINAM).	96
Anexo 7. Imagen de cuadro de la Agencia para la Protección Ambiental (EPA) aplicables para calidad de agua.	97
Anexo 8. Resultados de análisis de parámetros químicos, microbiológicos del agua y parámetros de metales pesados de sedimentos.....	99

RESUMEN

El río Tambopata nace en la cordillera de Carabaya, de los deshielos del nevado Salluyo (4750 msnm) y desemboca en el río Madre de Dios. Se realiza actividades como la pesca, minería aurífera y entre otros, que vienen contaminando en diferentes niveles el río Tambopata alterando los ecosistemas acuáticos y terrestres. El río Malinowsky que es afluente principal de la cuenca del río Tambopata, se encuentran 38 concesiones mineras, así mismo la ciudad de Puerto Maldonado viene descargando aguas residuales al río Tambopata.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar los niveles de contaminación en agua y sedimentos del río Tambopata. La metodología desarrollada para el estudio fue descriptivo por cuanto se obtuvo datos primarios y no se llevó a cabo ninguna modificación en las variables de estudio; es comparativo por cuanto los datos son generados a partir de la medición de parámetros y toma de muestras de agua y sedimento, no correspondiendo consecuentemente a una investigación de laboratorio o documental. Se analizó los parámetros físico-químicos de agua, metales pesados en agua y sedimento y parámetros microbiológicos. Una vez colectadas las muestras de agua y sedimento fueron enviadas al laboratorio CERPER acreditado por INDECOPI, las muestras microbiológicas fue enviado a EMAPAT.

Finalmente analizado los resultados del nivel de contaminación por metales pesados y en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, se demostró el nivel de contaminación en agua y sedimentos por metales pesados y parámetros químicos del agua. Sobrepassando los límites permisibles el arsénico (Ar) y plomo (Pb) en la estación uno, antes de la confluencia con el río Madre de Dios, así mismo los análisis obtenidos brindará datos actualizados a las autoridades que están involucrados en la conservación de los recursos hídricos para que puedan tomar medidas preventivas del caso y diferenciar futuras investigaciones y posibles recomendaciones para el manejo del río Tambopata.

PALABRAS CLAVES:

Parámetros químicos, límites permisibles, metales pesados, calidad de agua.

ABSTRACT

The Tambopata River rises in the Cordillera Carabaya, from the melting of snow Salluyo (4750 msnm) and flows into the river Madre de Dios. Activities such as fishing, gold mining is done and including, they come in different levels polluting the river Tambopata altering the aquatic and terrestrial ecosystems. Malinowski River is the main tributary of the Tambopata River basin is 38 mining concessions, also the city of Puerto Maldonado is discharging sewage into the river Tambopata.

The present study aims to assess pollution levels in water and sediment of the river Tambopata. The method used for the development of this study was descriptive, exploratory and comparative physicochemical parameters analyzed water, heavy metals (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn) water and sediment, and microbiological parameters. He took 24 Water samples in three sampling stations, making a total of 72 samples of water throughout the river Tambopata. Once the collected water and sediment samples were sent to laboratory CERPER accredited by INDECOPI, microbiological samples was sent to EMAPAT.

Finally analyze the results of the level of contamination by heavy metals and physical parameters, chemical and microbiological water, the level of contamination was demonstrated in water and sediments by heavy metals and chemical parameters of the water. Exceeding the permissible limits of arsenic (Ar) and lead (Pb) one station, before the confluence with the Madre de Dios, It also provides updated analysis obtained the authorities that are involved in the conservation of water resources so they can take preventive measures of case data and differentiate further research and possible recommendations for the management of the river Tambopata.

KEY WORDS:

Chemical parameters, allowable limits, heavy metals, water quality, water quality standards.

INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos, son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental en el que se desarrollan sus actividades sociales y productivas; el desarrollo de actividades mineras, agrícolas, turísticas, impacta directa o indirectamente a fuentes de agua, estos pueden contaminarse en su trayecto desde el nacimiento hasta su desembocadura, y transportar y acumular contaminantes. Uno de los principales problemas de los ríos que transcurren por zonas urbanizadas es la contaminación con nitrógeno en las aguas de escorrentía pluvial (López, 2006). En este sentido, considerando el impacto negativo en la calidad de los recursos hídricos, hasta saturar la capacidad de autodepuración, ocasionada por las actividades poblacionales y productivas, se hace necesario ejecutar acciones de vigilancia y fiscalización de la calidad de los recursos hídricos; para prevenir, mitigar y controlar los impactos negativos.

Los ecosistemas acuáticos se encuentran actualmente entre los más amenazados del planeta debido a la actividad humana (Sauder, 2002). Estos ecosistemas están sufriendo una enorme pérdida de biodiversidad (Harding, 1998). En este contexto, los peces continentales, el grupo más diverso de vertebrados, es también el que presenta la mayor proporción de especies amenazadas (Duncan, 2001).

En la región de Madre de Dios, uno de los principales factores que afectan al recurso hídrico, es la actividad antropogénica como: la agricultura, minería, actividades de la población y concesiones ecoturísticas (Chavez & Flores, 2010), que ponen en riesgo el ecosistema acuático alterando las características físico-químicos y microbiológicos del agua, razón por lo cual la cuenca del Tambopata en los últimos años ha sido afectado en la alteración de sus componentes físico-químicos, contaminando parte del ecosistema del río, Mosquera et al. (2009).

El uso de sus aguas superficiales en varios ríos afluentes del río Tambopata, se trata de uso informal, en el que aprovechan de estos afluentes, el oro aluvial presentes en los sedimentos fluviales de estos afluentes (Panduro, 2010). La información obtenida del monitoreo permite prevenir, controlar la calidad del agua y adoptar medidas correctivas ante incumplimiento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA), aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Asimismo, brinda información al Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos, para que sirva de base en el diseño y desarrollo de los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas Hidrográficas.

En el presente estudio se evaluó los parámetros físicos-químicos, microbiológicos, parámetros químicos del agua y metales pesados en sedimento para determinar la calidad de agua del río Tambopata. Pese que las actividades se realizan en la cuenca del río Tambopata, sus recursos acuáticos y el ecosistema del río Tambopata se adapta con mayor facilidad al cambio que produce en sus parámetros físicos-químicos del agua (Makowski, 2009). Algunas zonas evaluadas se encuentran sometidas a fuertes procesos de transformación como la expansión de la frontera agrícola, el aprovechamiento forestal, la minería y la eliminación de los residuos sólidos, líquidos y vertederos clandestinos. Es muy importante indicar la minería practicada en la Región de Madre de Dios en los afluentes de la cuenca del río Tambopata es parte de vertidos de mercurio en los últimos años y otros metales pesados tóxicos que se usa en herramientas para la actividad minera, Se considera metal pesado aquel elemento que tiene una densidad igual o superior a 5 g/cm^3 cuando está en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo los metales alcalinos y alcalino-térreos) (Garcia & Domonson, 2005).

Para realizar una buena gestión en calidad de agua es necesario conocer detalladamente que actividades se desarrollan en las proximidades de los cursos de agua y de qué modo pueden afectar los metales pesados, a su vez son también elementos esenciales para las plantas como el Fe, Cu, Mn, Zn u otros esenciales para los animales como Co, Cr, Ni (Mendoza, 2006). Los metales más comunes y ampliamente distribuidos como contaminantes ambientales incluyen plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y el metaloide arsénico (As) (Sanchez, 2003). Muchos metales en su comportamiento metálico son tóxicos así como el Ar, Sb y Si, en grandes cantidades de absorción por las plantas hace que altere la fisiología en su crecimiento. Cabe recalcar que la actividad minera artesanal practicada en los afluentes del río Tambopata, está influenciada en familias peruanas implicadas en actividad minera, se presentan en diferentes lugares del país, impulsadas en la actividad especialmente a partir de los años 80, en un contexto de precios altos de los metales, alimentando además por procesos migratorios generados por la recesión económica, las mejores oportunidades que se han dado a lo largo del tiempo hasta hoy están en los yacimientos mineros de Madre de Dios, Puno y del llamado sur Medio (Ica, Arequipa, Ayacucho), muchas veces aprovechando los yacimientos abandonados, (DIGESA, 2012).

En el estudio se evaluó las características físico-químico del agua, microbiológicas y en sedimentos, se considera conveniente conocer el nivel de contaminación y la concentración de metales pesados en la cuenca del río Tambopata, es una de las

cuencas afectadas por distintos tipos de contaminación, es así como las autoridades de Agua (ALA) se han interesado en monitorear la calidad de agua de esta cuenca. Sin embargo, solo se han estudiado los parámetros convencionales del agua (físicos, químicos) y microbiológicos por OEFA, en este estudio se toma en cuenta los sedimentos para analizar los metales pesados para determinar mejor la contaminación de la calidad de agua en la cuenca del río Tambopata.

Identificación y determinación del problema

El Laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos de la Dirección Regional de Salud culminó el estudio de la calidad del agua del río Tambopata ordenado por la Oficina de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Los resultados son alarmantes: a la altura de la playa Hawái, donde los pobladores de Puerto Maldonado realizan actividades recreativas, la presencia de coliformes fecales es de aproximadamente 1400 NMP (número de partículas en 100 ml). Los estándares nacionales de calidad ambiental para agua señalan que el máximo permitido es de 200 NMP.

Basado en este pensamiento crítico, la presente investigación pretende determinar la calidad de agua y niveles de contaminación del río Tambopata. En el río Tambopata se puede observar a simple vista el deterioro de las aguas por la actividad minera, la deforestación de los bosques, las descargas de las aguas residuales de la ciudad y los residuos sólidos que se arrojan al río, Brack et al. (2011). La mayoría de los ríos se ven afectados por las descargas de aguas usadas sin tratar provenientes de vertederos clandestinos, rellenos sanitarios desechos industriales líquidos y sólido (Marcos & Botana, 2006).

La contaminación de agua superficial es un problema que aqueja al mundo entero. En la mayoría de los países del mundo la fuente que se utiliza para proveer el agua que consumen sus habitantes proviene de aguas superficiales (Sánchez, 2012). Es así, los metales pesados se encuentran dentro de sustancias consideradas como tóxicas en ecosistemas acuáticos y en concreto en ríos o cuerpos de agua, por considerarse un riesgo debido a su carácter acumulativo. Al contrario muchos contaminantes de metales pesados no se eliminan en los ecosistemas acuáticos por procesos naturales, debido a que no son biodegradables (Lynne, 2009).

Se habla mucho sobre la contaminación de los ríos, producto de la actividad de minería informal e ilegal en la región de madre de Dios (Miloslavich, 2011). Sin embargo, en la

misma ciudad de Puerto Maldonado a vista y paciencia de las autoridades, el río Tambopata es infectado por aguas servidas del sistema de alcantarillado público de la ciudad (Paredes, 2010).

Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de contaminación en agua y sedimentos del río Tambopata?

Justificación e importancia

La exposición de metales pesados constituye una preocupación importante en la salud pública y ambiental por sus efectos tóxicos en la fauna y flora, las mismas que pueden ser intoxicaciones agudas por exposición a altos niveles de los mismos o intoxicaciones crónicas por exposiciones a bajos niveles durante periodos prolongados de tiempo.

La importancia del estudio de la calidad de agua del río Tambopata, trae consigo al conocimiento de la contaminación que sufre por las diferentes actividades, afectando la existencia de diferentes fuentes de vida ecológica, como económica en su población, ya que además de sus habitantes ictiológicos existen otra gama de organismos así como de áreas de valor natural y ecológico que dependen o se relacionan con este cuerpo de agua.

Los resultados que se obtengan del estudio permitirán a las autoridades regionales a tomar decisiones respecto a cómo reducir la contaminación o tomar medidas preventivas para salvaguardar la salud poblacional; así mismo, aportar recomendaciones en cuanto al manejo de posibles peligros a la salud y al medio ambiente, asociados a la calidad de las aguas del río Tambopata.

Delimitación del problema

El estudio ha sido realizado en el ámbito de la cuenca del río Tambopata, y los análisis de metales han sido: mercurio (Hg), cromo (Cr), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb); dentro de los resultados del análisis de laboratorio para el estudio ha sido de metales pesados y principalmente de mercurio, en el ámbito del estudio del río Tambopata.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la calidad de agua y sedimentos en el río Tambopata, ubicado en el departamento de Madre de Dios en época de estiaje.

Objetivo específico

- Evaluar los parámetros físico-químicos de agua y sedimentos del río Tambopata.
- Determinar si los parámetros físico-químicos, microbiológicos del agua están por encima del límite permisible por ECA y UE.
- Determinar si el nivel de contaminación de parámetros de metales pesados en sedimento están por encima de límite permisible por la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).
- Identificar fuentes potenciales de contaminación que estén impactando el segmento del río Tambopata.

Hipótesis

Hipótesis central

En el río Tambopata las fuentes contaminantes, son actividades mineras, agrícolas y la eliminación de las aguas servidas directamente al río, que han dejado concentraciones altas de metales pesados y coliformes fecales que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para el agua.

Hipótesis alterna

H_1 : Existe un mayor nivel de contaminación por parámetros físico-químicos y microbiológicos sobrepasando los estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-agua) en el río Tambopata.

Hipótesis nula

H_0 : No existe mayor nivel de contaminación por parámetros físico-químicos y microbiológicos por lo tanto cumple los estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-agua) en el río Tambopata.

Sistema de variables e indicadores

Se determinó como variables a agua y sedimento, a continuación se detallan parámetros de las variables de agua y sedimento con sus respectivos indicadores.

- **Parámetros Físico-químicos del agua**

- Potencial de hidrogenión (pH)
- Temperatura (T°C)
- Conductividad
- Turbidez

- **Parámetros químicos del agua**

- Nitratos
- Fosfatos
- Mercurio

- **Parámetros Microbiológicos del agua**

- Coliformes termotolerantes
- Coliformes Totales

- **Parámetro de metales pesados en sedimento**

- Zn (Zinc)
- Pb (Plomo)
- Cr (Cromo)
- Cu (Cobre)
- Cd (Cadmio)
- Hg (Mercurio)
- As (Arsénico)
- Fe (Hierro)
- Mn (Manganeso)

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Fergursson (1990), señala que los metales pesados de la hidrosfera provienen de fuentes naturales y antropogénicas. Los materiales naturales entran a la hidrosfera provenientes de la atmosfera contribuye con la deposición de polvos de silicato, emisiones volcánicas, brisa marina, así como emisiones biológicas y la combustión. Por su parte algunas de las fuentes antropogénicas son las industrias, la producción y uso de compuestos y materiales conteniendo metales pesados, la quema de combustibles fósiles, escurrimientos urbanos, aguas residuales y escurrimientos de áreas agrícolas. Agrega que los niveles de metales pesados han sido arbitrariamente divididos en dos componentes: uno llamado filtraje o disuelto y materia suspendida, la cual eventualmente produce sedimentos.

DIGESA (2012), encontró que en el río Tambopata a la altura de la playa Hawái, donde los pobladores de Puerto Maldonado realizan actividades recreativas, la presencia de coliformes fecales fue de aproximadamente 1400 NMP (número de partículas en 100 ml), muy superior, 7 veces más que los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua, que señalan que el máximo permitido es de 200 NMP.

Se encontraron solidos de suspensión en un rango de 5 – 3342 mg/L, solidos Disueltos 5 – 11.6 ppm, pH 6.9 – 7.8 y Oxígeno Disuelto 6.6 – 7.3 mg/L en el río Malinowsky un afluente principal del río Tambopata (INRENA-IANP, 2003). Encontraron en el río Tambopata y Malinowsky una concentración promedio de mercurio 0.0001 µg/Kg en ambos ríos (DIGESA, 2005). Durante el año 2003, según la evaluación del contenido de mercurio en los sedimentos de las 10 estaciones consideradas, desde cabeceras hasta su desembocadura en el río Tambopata, superó los niveles permitidos en todos los parámetros físicos y químicos del agua. Se realizaron evaluaciones del impacto de mercurio derivado de la actividad minera en la cuenca del río Malinowsky al que tributa el Manuani sobrepasando los límites permisibles del agua (Barbieri 2006).

Un informe técnico de calidad de agua realizado en la cuenca minera por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010), reportó varios incidentes que superaron los niveles máximos permitidos (MINAM, 2009) de metales pesados de Mercurio, Níquel y Cobre. Es muy inusual detectar un metal pesado en suspensión en agua siendo más habitual en sedimentos aluviales debido ha elevado peso específico lo hace precipitar

rápidamente. Estos incidentes se achacan a la proximidad del foco de emisión, presumiblemente la actividad minera.

La actividad de los buscadores de oro en los ríos trae consigo consecuencias ambientales impactantes, como son: la contaminación de los ríos por sedimentos, mercurio y aceite; la destrucción de las cuencas y tierras agrícolas; la deforestación; la caza y la pesca y la invasión de territorios indígenas (Dourojeanni, 1979).

Diversos estudios muestran niveles preocupantes de contaminación por mercurio y otros metales pesados en agua, peces y personas en la Región Madre de Dios desde hace bastantes años. Un estudio del Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente en 1994 encontró contaminación por mercurio en peces de gran tamaño en el río Madre de Dios. Tres muestras de "puma zúngaro" y de "zúngaro negro" mostraron presencia de mercurio en sus tejidos superiores en 58,30.4 y 11.2% a los máximos permisibles.

Todos los ríos y cochas de Madre de Dios estudiados muestran índices preocupantes de contaminación, de acuerdo a indicadores bentónicos adaptados a la Amazonia Peruana, que utilizan a la fauna de macroinvertebrados de bentos, de los que se conoce bien el nivel de tolerancia a la contaminación; cabe destacar que no existen tales estándares para el Perú. La totalidad de los ríos muestran niveles de contaminación de las aguas de moderada a fuertemente contaminadas (Araújo, 2010).

Según la clasificación de los índices de calidad de agua de BMWP para macroinvertebrados del bentos, en el río alto y bajo Malinowsky, Playa Heath se encontraron con una calidad de agua muy crítico indicando que estas aguas están fuertemente contaminadas, los ríos Alto Tambopata y Távara se encontraron con una calidad de agua crítico indicando que estas aguas están muy contaminadas, por último el río La Torre se encuentra con una calidad de agua dudoso indicando que estas aguas están moderadamente contaminadas (Araújo, 2010).

En el año 2003 fue realizada una evaluación del impacto del mercurio derivado de la actividad minera en la cuenca del río Malinowsky. El contenido de mercurio en los sedimentos de las 10 estaciones consideradas, desde cabeceras hasta su desembocadura en el río Tambopata, superó los niveles permitidos en todos los casos. Los 150 especímenes de peces analizados presentaron resultados heterogéneos; grandes ejemplares de doncellas (*Pseudoplatystoma punctifer*), huasaco o fasaco (*Hoplias malabaricus*) y bocachico o boquichico (*Prochilodus nigricans*) superaron los

niveles máximos permitidos establecidos por la OMS (500 µgHg/kg); sin embargo, el promedio se mantuvo bajo esos niveles. Las carachamas (*Aphanotorolus* sp.) y sapamamas (*Triportheus* sp.) presentaron niveles de mercurio detectables pero inferiores a los límites permitidos (Barbieri, 2006).

En Madre de Dios se han realizado estudios para determinar las concentraciones de mercurio, plomo y cadmio en peces. En el río Tambopata se han encontrado peces como son: Puma Zúngaro 0.70 mg/kg de mercurio y plomo 0.08 mg/Kg, Mota Punteada 0.88 mg/kg de mercurio, Mota Barbachata 2.36 mg/kg de mercurio por ultimo en Mota punteada se encontró 0.60 mg/kg de mercurio (PRODUCE, 2010).

Diversos estudios realizados por el Ministerio de Salud –DIGESA- revelaron los altos niveles de contaminación con mercurio en la población pese a que las concentraciones del metal en el agua y en sedimentos no sobrepasaban los máximos permisibles en la mayoría de las muestras (DIGESA, 2007).

Así mismo un trabajo de investigación llevado a cabo por la Universidad Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD) durante los años 2011 - 2012, reveló la presencia de incidentes en los cuerpos de agua del entorno de la ciudad de Puerto Maldonado, capital del departamento (Chavez & Flores, 2012). Se reportó cantidades detectables de detergente superando en 2 veces los límites para la estación Madre de Dios-Capitanía en época seca. Las aguas de nuestra cuenca poseen de forma natural debido a la geología de grandes cantidades de Aluminio (20 veces superior a los límites) y Hierro (10 veces), que son eliminados en el tratamiento de potabilización. También se reportaron valores altos de Arsénico en ambas épocas, no superiores a los valores permitidos que deberían ser tenidos en cuenta. Así mismo se reportan altos valores en los elementos Silicio, Bario, Potasio, Manganeso y Titanio que no se recogen en la normativa (MINAM, 2009), son eliminados con la potabilización de Sodio y Estroncio que no poseen límites legales y no son eliminados con la potabilización.

Según estudio realizado, evaluaron parámetros físicos-químicos y microbiológicos del río Tambopata, determinando parámetros físicos en pH, Conductividad eléctrica y solidos suspendidos totales, en ninguno de los puntos de monitoreo excede el ECA de la categoría 4 en todos los parámetros considerados en la evaluación, según parámetros químicos, solo en un punto, ubicado en el río Tambopata, debajo de la confluencia del río Malinowsky, el plomo es igual al ECA categoría 4. Mientras que en los puntos aguas arriba de la confluencia de estos ríos y agua abajo a 23 km de recorrido en el río

Tambopata a 2 km de la confluencia con el río Madre de Dios el contenido de plomo es menor al ECA (< 0,01 mg/L), según parámetros microbiológicos en los puntos de monitoreo más distantes de la cuenca Tambopata, así como en su tributario del río Malinowsky se han encontrado niveles bajos de densidad de Coliformes Termotolerantes. Pero en el punto de monitoreo ubicado en la ciudad de Puerto Maldonado, alcanzó su máximo valor en 3400 NMP/100 ml, que supera además el valor ECA de la categoría 4 (ANA, 2013).

Un estudio químico de sedimentos de la represa del Gallito Ciego realizado por la Universidad Católica del Perú menciona que los análisis revelaron que el pH de los sedimentos era neutro a básico; la conductividad y el contenido de cloruros no poseen gran variabilidad y se encuentran dentro de los rangos esperados. El contenido de carbonatos es mayoritario en la zona de la represa, lo mismo para el contenido de calcio, magnesio, sodio, y metales como hierro, cinc y cobre. Cabe señalar que el contenido de zinc y cadmio superan los estándares de calidad para sedimentos. Con respecto al contenido de nutrientes, los valores de materia orgánica, fósforo y nitrógeno en los sedimentos son muy bajos para considerar su posible uso agrícola. Por otro lado, según el análisis granulométrico, la clasificación textural de los sedimentos estudiados es de arena limosa, lo cual es característico de este tipo de sistemas (Perales, 2013).

La Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2013), en el artículo 79° de la ley 28611, autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marino, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-agua y Límites Máximos Permisibles (LMP) (ANA, 2011).

Un estudio realizado en la Universidad de los Andes en Venezuela, menciona que la evaluación biológica de los ríos se inició a los principios del siglo XX con la introducción del concepto saporidad como una medida del grado de contaminación orgánica. Posteriormente se dio la introducción de conceptos ecológicos modernos que impulsó el uso de los índices de diversidad para medir los cambios en la calidad del agua, por el cual fueron rápidamente desplazados por los índices bióticos donde se retomó el concepto de saporidad. Además menciona que durante 80 años la bioindicación se orientó hacia la comparación de las condiciones biológicas de sitios poco intervenidos con respecto a los sitios más impactados. Con el advenimiento de nuevos puntos de vista en la teoría ecológica, los estudios enfocan su atención en los cambios de los patrones de riqueza y abundancia de especies como una manera de evaluar el impacto de los

diferentes tipos de perturbaciones ambientales sobre las comunidades lóxicas (Hernandez, 2006).

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 (SIG) 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 del agua del 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).

Se 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 (Florivel, 2004).

Se 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 las acciones antropogénicas, 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 descarga al río a pesar de que el mismo es utilizado por los residentes del área para la recreación (Morales, 2006).

Normatividad ambiental peruana

Ley general del ambiente 28611, Su establecimiento aprueba normas, parámetros, guías o directrices, orientados a prevenir el deterioro ambiental, para proteger la salud o la conservación de los recursos naturales y la diversidad biológica y no altera la vigencia

de los ECA y LMP que sean aplicables según Art. 29°. El ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos según Cap. III Art. 31°. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. El LMP¹ guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Se aprobó mediante el Decreto supremo N° 002-2008-MINAM, Art. 1°. Con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el 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 representa 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 gestión ambiental para la conservación del ambiente acuático (anexo 7).

1.2. Revisión e investigación bibliográfica

Cuerpos de agua

Recibe este nombre las diferentes formas de agua encontradas en la naturaleza, ya sean, aguas superficiales, subterráneas, marinas o casquetes polares. Estas debido a su comportamiento, son sujetas a diferentes tipos de estudios con el fin de entender y conocer acción. El cuerpo de agua debe ser un arroyo o río en su totalidad o en ciertos

¹ Cap. III Art. 32°. 32.1 El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción han sido establecidos por dicho Ministerio." D.L. N° 1055, publicado el 27 junio 2008

límites, o por el contrario debe ser un acuífero. Tributarios, lagos, brazos de ríos, estuarios, ensenadas y bahías son el resultado usualmente de combinaciones o separaciones de ellos (Rodríguez, 1995).

Impactos en los cuerpos de agua

El problema de agua que existe en las áreas urbanas afecta tanto la calidad como la cantidad del recurso. La contaminación se define como la incorporación de alguna sustancia que altere o deteriore la calidad del agua (JCA, 2003). 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).

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 que 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, 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.

Parámetros físico-químicos de sedimentos

Los parámetros característicos que se analizan con mayor frecuencia en los sedimentos son pH, capacidad de intercambio iónico, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y metales, ya sea los considerados como nutrientes (potasio (K), níquel (Ni), calcio (Ca), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn)) o los que son indicadores de contaminación (cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), plomo (Pb)) (Pansu & Gautheyrou, 2006).

La minería y su relación con la calidad de agua

En la cuenca baja del río Tambopata se han otorgado 45,767 hectáreas a concesiones mineras, considerando concesiones tituladas y en trámites. La minería se practica en yacimientos aluviales, depósitos fluviales (llanura aluvial inundable) y el pie de monte. La

explotación se realiza con diferentes equipos y métodos artesanales (carretilla, pala, tolva), luego continuar con equipos semi-mecanizadas como la chupadera (Pachas, 2007). También usa tecnología mecanizada como cargadores frontales, todas estas tecnologías, según su grado de mecanización causan diferentes impactos ambientales, Mosquera et al. (2009).

Las perturbaciones de la actividad minera en el medio ambiente son, entre otras, deforestación, erosión del suelo, contaminación con hidrocarburos y mercurio (Pachas, 2007). Además, ocasiona alteración en la morfología de los ríos, por la remoción del suelo, y la eliminación gradual de la vida acuática (ANA, 2010).

La actividad agropecuaria y su relación con la calidad del agua

En Madre de Dios, en términos generales la agricultura tiene poco desarrollo, los terrenos de los cultivos fluctúan entre una y cinco hectáreas y se trata de una agricultura tradicional, que depende casi exclusivamente del clima (ALA, 2010). La crianza de animales menores como aves de corral, son actividades frecuentes en las zonas rurales en donde además se desarrolla la actividad. El ganado vacuno y ovino son el sustento de la ganadería, la que se centraliza en unos pocos productores (Tello, 2002).

La actividad agropecuaria, en la zona de estudio según imágenes satelitales e información geográfica, tiene una extensión aproximada de 88 626 hectáreas y se concentra en la zona más cercana a la ciudad de Puerto Maldonado y al Centro Poblado Chonta. (Cálculo propio en base a información dada por Dirección Regional Forestal y de Fauna Silvestre 2012). Respecto a los impactos, cuando se tala un bosque tropical para la implementación de la agricultura se experimentan cambios notables en el ecosistema entre los que podemos citar: una ruptura del ciclo de nutrientes, compactación del suelo, alta escorrentía superficial y baja tasa de infiltración provocando una alta erosión y una pérdida de nutrientes, además de efectos negativos en la calidad del agua (Rene, 1986).

La conservación y su relación con la calidad de agua

Madre de Dios, es un departamento con un alto potencial para la conservación y una exuberante biodiversidad, con el mayor número de concesiones de conservación y ecoturismo, 25 en total (Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre 2013).

Los cambios en la cobertura boscosa de la cuenca (que se genera producto de la deforestación) causan un efecto en la calidad del agua de los ríos que drenan. En las corrientes de las pequeñas cuencas se notan cambios como son un aumento de los sedimentos en suspensión, en la temperatura del agua y nutrientes disueltos, así como cambios en el oxígeno disuelto (Rene, 1986). La eliminación de la vegetación ribereña

en la temperatura de la corriente, aumento de concentraciones y acumulación de residuos (EPA, 1976). La cubierta forestal puede mitigar la recarga de aguas subterráneas, la contaminación de fuentes no puntuales (Pico, Matteo et al. (2006).

La deforestación y la quema del bosque libera el mercurio contenido en los suelos amazónicos y en la vegetación, el que es arrastrado a los ríos (Pico y MINAM 2011). En las zonas sin cobertura boscosa a causa de no entender la causa que origina la presencia de dichos metales (arsénico y plomo (Pb)) en el agua.

Calidad del agua y sedimentos

Los parámetros son características a partir de los cuales se pueda determinar si el agua está contaminada (Poch, 1999). Para determinar la calidad del agua se han establecido normas de calidad. Estas definen rangos de niveles o límites para una determinada sustancia que se debe mantener dentro de unos rangos que no es nocivo para el hombre y tampoco para el ecosistema (Gomez,

indicadores para determinar la calidad de agua y sedimentos que van desde los sencillos como el pH, hasta otros más complejos y específicos como la demanda bioquímica. En este estudio son importantes el oxígeno disuelto, la temperatura y el pH. Los rangos o intervalos idóneos de estos parámetros son necesarios para el diagnóstico de la calidad acuática. Además, la temperatura afecta directamente el contenido de oxígeno en el agua (EPA, 1976). Así también el pH afecta al contenido de oxígeno. El pH tiene una gran importancia en todas las reacciones químicas de precipitación, alteración y disolución de minerales (Poch, 1999). A menor pH disminuye la movilidad y la bio-disponibilidad de los metales (como cadmio, cobre, y plomo) se incrementan (Klarenberg, 2004).

La turbidez, los sólidos en suspensión y los sólidos disueltos, son indicadores de la contaminación. El grado de erosión que posee una cuenca, la que puede estar asociada a la deforestación tropical que genera deforestación. La medición de sedimentos en las cuencas de alta montaña son útiles para determinar cómo la deforestación afecta la condición física de la corriente. La remoción del material aluvial, produce la contaminación de los ríos por sólidos en suspensión (Tello, 2002). La principal fuente de turbidez en las aguas naturales procede de la erosión y transporte de material coloidal

te de los ríos en su recorrido (Poch, 1999): Además, la excesiva turbidez y la disponibilidad de oxígeno, alimento, y la resistencia de los peces a las enfermedades (IIAP y MINAM 2011) y puede proteger a los microorganismos del agua de los efectos de la desinfección y estimular el desarrollo de bacterias.

Además, la conductividad mide al conjunto de iones (y por tanto sales) del agua, un aumento en los valores de conductividad específica indica un aumento en la carga de los sólidos disueltos. Un bajo valor de conductividad específica generalmente indica que el agua es limpia (EPA 1976). De igual forma el nitrógeno amoniacal es un indicador de contaminación. Además, como en la zona se desarrolla la minería se han determinado 5 metales pesados en sedimentos.

Tipos de contaminación puntual y dispersa

En el plan de manejo de calidad de agua se presentan y discuten detalladamente estrategias de planificación, manejo y control técnico de las fuentes de contaminación que provienen de la escorrentía pluvial urbana, comunidades rurales, agricultura, minería y minería.

Entre 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 aguas que son reglamentados por la ley de Agua limpia CWA mediante el permiso de descarga que se obliga a cumplir un límite para cada parámetro y registro de los actos de descarga (EPA 1978) y (DRNA, 2008).

La 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 patios techos y grama. En áreas industriales y comerciales el agua corre por lugares impermeables como estacionamientos, carreteras y edificios. En áreas rurales discurre por pastos de ganado, campos agrícolas y cultivos, el agua de lluvia atrapa los contaminantes dependiendo por el lugar que discorra. El problema con este tipo de contaminación es que aumenta al ocurrir periodos de lluvias o tormentas donde el contaminante en los suelos es arrastrado al cuerpo de agua empeorando la calidad del agua (Fujioka, 2001).

Contaminación biológica del agua

Se refieren como alteraciones biológicas a los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades y que utilizan como medio de vida el agua. Comúnmente llegan al agua en las heces fecales que producen los

animales y excremento de las personas. Este parámetro es muy importante medirlo para saber si el agua está contaminada o tiene una posible fuente de contaminación. No existe ningún microorganismo que reúna todos los criterios de un indicador ideal, y apenas unos grupos satisfacen algunos de estos requisitos y características, Soto et al. (2006). El grupo de coliformes fecales es uno de los indicadores principales y es el más usado para las aguas potables y el agua que proviene de los ríos, Zamxaka et al. (2004).

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 nivel de contaminación que presenta.

a). Color

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.

b). Olor y sabor

El olor y el sabor prácticamente no son indicadores de contaminación; no obstante se pueden tomar en cuenta al momento de analizar un río sin algún tipo de instrumentación cuantitativa, (USEPA, 1986). Un olor fuerte a pudrición en el agua puede indicar exceso de nutrientes y/o materia orgánica en descomposición. Mucha cantidad de minerales en el agua, sea natural o provocada, le da un sabor salobre al agua.

c). Temperatura

Este factor es importante, está relacionado con el oxígeno disuelto (OD) y los cambios de metabolismo en los organismos que habitan en el ecosistema acuático. El aumento en temperatura disminuye la solubilidad de gases como el oxígeno y aumenta en general las sales. A temperaturas altas aumenta la putrefacción y en lugares de descargas de aguas calientes se afecta el área y los organismos. Los cuerpos de agua en Puerto Rico no deben exceder una temperatura de 90 °C o 32.2 °C, donde no exista una descarga termal.

d). Sólidos suspendidos

La materia suspendida o disuelta en el agua, partículas como arcillas, limo y otros se consideran sólidos suspendidos. Se transportan en el agua de dos maneras: por el arrastre del agua o se encuentran en suspensión estable. Los ríos con mucha concentración de

sólidos suspendidos pueden ocasionar reacciones desfavorables para el consumidor ya que afectan la cantidad tanto como la calidad del agua.

e). Turbidez

La turbidez se define como la falta de transparencia en el agua debido a la presencia de sólidos disueltos en el agua. Estos aumentan la turbidez. Mientras más sucia se vea el agua, mayor turbidez tendrá. Este parámetro está regulado por ley y la USEPA ha establecido un máximo de 0.03 unidades.

Alteraciones químicas del agua

a). pH

El pH se mide entre 0 a 14 en solución acuosa, siendo ácidas las soluciones con pH menores de 7 y básicas las mayores de 7. El pH igual a 7 indica la neutralidad de una sustancia. Las aguas naturales pueden tener pH ácido debido al SO₂ y CO₂ disueltos en la atmósfera, CO₃ de los suelos calizos, porque proviene de los seres vivos o por el ácido sulfúrico procedente de algunos minerales. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ para formar un sistema de carbonato o bicarbonato y ácido carbónico. Las aguas contaminadas con zonas de descargas industriales pueden tener un pH muy ácido.

b). Oxígeno disuelto

Este parámetro se refiere a la cantidad disuelta de oxígeno que se encuentra en el agua. El oxígeno es esencial para que ocurra la vida. El nivel de oxígeno disuelto (OD) puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua. Si el nivel de oxígeno es bajo se pudiera inferir que hay contaminación por materia orgánica o mala calidad del agua. Por lo general, una contaminación por aguas residuales o materia fecal disminuye el oxígeno disuelto afecta la reproducción y la vida de los organismos que allí habitan. Los niveles de OD típicamente pueden variar de 0-18 partes por millón (ppm), aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 56 ppm para sostener la diversidad de vida acuática.

c). Demanda química de oxígeno (DQO)

La DQO se refiere a la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar o descomponer materiales contenidos en el agua. Esta prueba se utiliza para estimar la cantidad de materia orgánica en las aguas usadas. Estos resultados pueden tener un acierto mayor cuando el agua examinada solo contiene material bacteriano orgánico y no tóxico (Martinez, 2006).

d). Nitrógeno total

Se refiere a la suma de concentraciones de Nitrógeno, Nitrito y Nitrato. Estos compuestos a pesar de que son necesarios para la vida acuática, en exceso producen la eutrofización y agravan el estado natural del río. Las actividades humanas en ocasiones aceleran que dichos compuestos ganen acceso a los cuerpos de agua a través de las aguas de escorrentía. Entonces se convierte en un nutriente limitante para el crecimiento.

e). Fosforo total

El fosforo también existe naturalmente en los suelos y es indispensable para la vida. Este se encuentra en aguas naturales y aguas usadas. Sin embargo, un exceso es perjudicial para el ambiente. El fósforo total incluye diversos compuestos como ortofosfatos, polifosfatos y Fosforo orgánico. El fosforo total esta estandarizado. Sus niveles no deberían exceder de 1 ppm en los cuerpos de aguas superficiales.

f). Conductividad

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución. Su conductividad es mayor y proporcional a l cantidades y características de esos electrolitos. Es por eso que se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de soluto. La temperatura modifica la conductividad en el agua, por lo que los análisis se realizan a una temperatura de 20 °C. Las aguas superficiales con fondos formados con rocas de granito tienden a presentar conductividades mayores debido a la presencia de compuestos ionizables, Liu et al. (2001).

g). Aceite y grasas

Esta categoría incluye un sinnúmero de compuestos orgánicos que son muy amplios en cuanto a la descripción física, química y toxicológica. El aceite y la grasa que entran al ecosistema acuático intervienen con la fotosíntesis y el intercambio de gases. Pueden provenir de derrames, la disposición inadecuada de los mismos y por las aguas de escorrentías que lavan las carreteras y estacionamientos. El flujo vehicular y el posterior por las lluvias es el principal contribuyente. Sin embargo, los aceites e origen vegetal y animal no son compuestos tóxicos para los humanos y el medio ambiente acuático (USEPA, 1986).

Estándares de calidad ambiental (ECA)

Los estándares de calidad ambiental son los niveles permisibles de contaminantes en el aire, agua, suelo y otros recursos. Los contaminantes son cualquier materia o energía

cuya naturaleza, ubicación, o cantidad (concentración) en el aire, agua o suelo produce o puede producir efectos no deseados de la salud humana o a los límites de la utilidad del recurso para el uso presente o futuro. Estos pueden estar presentes en la solución, en forma de suspensiones coloidales, adsorbidos en fase sólida, o como fases separadas. La energía incluye el ruido, las radiaciones electromagnéticas, y el calor. Los niveles se pueden especificar como un medio espacio-temporal o como un valor máximo, ya que una dosis absorbida durante períodos determinados o una exposición de una sola vez grande a veces tienen el mismo efecto (Aranda, 2013).

Los estándares de calidad ambiental para el agua establece el nivel de concentración o el 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 representa 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 (El Peruano, 2008). Finalmente un Estándar de Calidad Ambiental, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente art. 4° (N°015-2006-EM) (OEFA, 2014).

Metales pesados

La contaminación en el suelo por éstos es un problema ambiental grande y difícil de regular. Cuando el río recorre suelos con minerales y áreas urbanas es aún más difícil de regular la contaminación (Clevers & Kooistra, 2003). Estos pueden ser alterados o modificados químicamente por las actividades humanas aumentando así el riesgo de su toxicidad. El impacto ambiental de los metales en los recursos suelo y agua son dependientes estrictamente de las reacciones y respuestas a las condiciones fisicoquímicas y biológicas donde se encuentren, Chambi et al. (2012). Un ejemplo para medir el efecto de los metales en el agua es la bioacumulación en los peces y se presume que al igual que ocurre en los peces se pudiera bioacumular en los humanos (Deza, 1996).

El contenido en elementos metálicos de un suelo libre de interferencias humanas, depende en primer grado de la composición de la roca madre originaria y de los procesos erosivos sufridos por los materiales que conforman el mismo, la acción de los factores medioambientales sobre las rocas y los suelos derivados de ellas son los determinantes

de las diferentes concentraciones basales (aguas, sedimentos y biota). En el cuadro 1, se recogen algunas concentraciones de metales pesados en rocas graníticas, esquistos, arcilla, areniscas y carbonatos; es de destacar las diferencias de concentraciones que se aprecian entre los distintos materiales, sobre todo entre arcilla y carbonatos (Rodríguez, 2001).

Cuadro 1. Concentraciones de metales pesados en varios tipos de rocas ($\mu\text{g/g}$).

Elementos	Rocas graníticas	Esquistos	Arcillas	Areniscas	Carbonatos
Antimonio	0.2	1.5	1	0.20*	0.2
Arsénico	1.9	13	13	9.70*	8.10*
Cadmio	0.13	0.3	0.42	0.02	0.035
Cobre	30	45	250	15	4
Cromo	22	90	90	35	11
Mercurio	0.08	0.4	0.02*	0.03	0.04
Níquel	15	68	225	2	20
Plomo	15	20	80	7	9
Zinc	60	95	165	16	20

Fuente: (Wedepohl & Turekian, 1961); * (Adriano, 1986).

Las fuentes en la composición físico-química de los sedimentos como el tamaño de las partículas, distribución y mineralogía afectan a las concentraciones de los metales pesados de origen natural, una alta concentración de los metales en sedimentos puede resultar en ciertos casos de su material geológico sin que haya sufrido una contaminación puntual (Wedepohl & Turekian, 1961).

Sedimentos

Los sedimentos presentan características diversas, según la zona en que se hayan depositado, de manera que unos representan la acumulación en el canal, otros que tuvo lugar en sus márgenes, las diversas formas de depósitos son islas, barras, terrazas, abanicos fluviales, deltas. Se da el nombre genérico de sedimentos a las partículas procedentes de las rocas o suelos y que son acarreadas por las aguas que escurren. Todos estos materiales, después de cierto acarreo finalmente son depositados a lo largo de los propios cauces, en lagos, en presas de almacenamiento, en la planicie y hasta el mar (Castillo, 2012). El sedimento que se deposita en cuerpo de agua recibe de ésta su estructura y carácter final (Flores & Álvarez, 2002).

Mercurio (Hg)

El Hg es un metal que ocurre en forma natural en el ambiente y que tiene varias formas químicas. El Hg metálico es un líquido inodoro, de color blanco-plateado brillante. Al calentarlo se transforma en un gas inodoro e incoloro, una vez que el mercurio elemental se libera en el medio ambiente, no se puede limpiar. Se persiste durante décadas, incluso siglos después tiene la minería cesado (Lynne, 2009). Se combina con otros elementos, por ejemplo cloro, azufre u oxígeno para formar compuestos de Hg inorgánicos o "sales," las que son generalmente polvos o cristales blancos; también se combina con carbono para formar compuestos de Hg orgánicos. El más común, metilmercurio, es producido principalmente por organismos microscópicos en el suelo y en el agua. Mientras mayor es la cantidad de Hg en el medio ambiente, mayor es la cantidad de metilmercurio que estos organismos producen (WHO., 1990). El Hg es un elemento tóxico ubicuo en concentraciones traza en el ambiente. Su forma química, movilización y redistribución son influenciadas por procesos bióticos y abióticos (Garcia & Domonson, 2005). El Hg es emitido a la atmosfera de numerosas fuentes naturales y antropogénicas, que puede ser depositado de fuentes emisoras o por transporte de atmosférico seguido por la deposición en ecosistemas lejanos a la fuente emisora. En contraste a la mayoría de los metales, el Hg y muchos de sus compuestos tienen un carácter excepcional en el ambiente debido a su volatilidad y capacidad para la metilación, Lamborg et al. (1994). La corteza terrestre contiene aproximadamente 50ng/g de Hg, principalmente como sulfuro, el Hg se halla en todo tipo de rocas ígneas generalmente es <200 ng/g, con una concentración media inferior a 100 ng/g. Muchas rocas sedimentarias tienen contenidos de Hg por debajo de 200 ng/g, excepto para esquistos que son mucho más elevados, los esquistos con altos porcentajes en materia orgánica están particularmente más enriquecidos por el Hg (Rodriguez, 2001). Los valores de Hg en distintos materiales del medio ambiente se presentan (cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones de Hg en varias matrices medioambientales (ng/g).

Material	Concentración Media	Rango
Rocas ígneas	-	5.0 - 250.0
Calizas	40	40.0 - 220.0
Areniscas	55	<10.0 - 300.0
Esquistos	-	5.0 - 3250
Petróleo	-	20.0 - 2000
Carbón	-	10.0 - 8530
Rocas fosfatadas	120	-
Suelos	70	20.0 - 150.0
Suelos cerca de depósitos de Hg	-	<250.0 ng/g

Agua dulce (ng/l)	0.03	0.01 - 0.10
Agua marina (ng/l)	0.1	0.005 - 5.0

Fuente: (Adriano, 1986).

Los sedimentos son el principal sumidero de mercurio (Hg) en los sistemas acuáticos, principalmente debido a su asociación con la materia orgánica (MO) y minerales de óxidos superficiales. El metilmercurio (MeHg) es la forma más tóxica del Hg, la cual es fácilmente bioacumulada y biomagnificada en las cadenas alimenticias. El metilmercurio (MeHg) en ambientes acuáticos se forma principalmente por biometilación del mercurio (Hg) depositado en los sedimentos. Dado que más del 90% del Hg está presente como MeHg en la biota acuática (organismos bentónicos y peces), la principal fuente de exposición humana al metilmercurio (MeHg) es el consumo de pescado. Por esta razón, la evaluación de los niveles de Hg representa un factor importante no solo desde el punto de vista toxicológico, sino también para la evaluación de los impactos potenciales sobre la salud pública, Scheumamer et al. (2007)

Las bacterias y hongos logran reducir el ion mercúrico (Hg^{2+}) a la forma metálica (Hg^0), el mercurio elemental es adsorbido por el suelo, sedimentos y sustancia húmicas o perderse en la atmósfera. Una parte del ion mercúrico (Hg^{2+}) llega a ser metilado a través de la acción de bacterias y hongos. Algunos de los iones de mercurio cargados positivamente como el metilmercurio así como iones de fenilmercurio, son fijados por suelos cargados negativamente, partículas de sedimento y por materia húmica y, en consecuencia, llegar hacer inmovilizados. Esto explica cómo las concentraciones son mayores en el mantillo que en subsuelo; los iones que no son fijados son diseminados con el movimiento del agua. Algunos iones de metilmercurio se convierten en dimetilmercurio volátil, el cual escapa rápidamente de la atmósfera, suelo y agua (Huerta, 2010).

Ciclo del mercurio

Cabe mencionar el ciclo del mercurio (Hg) dado a nivel de todas las actividades antrópicas especialmente en la aplicación del mercurio (Hg) en la minería, se da en forma de vapor, es muy estable en la atmosfera en aire seco; sin embargo en presencia de agua, ozono o radiación UV se oxida a ion mercúrico (Hg^{+2}), el mercurio vapor puede viajar hasta centenares de kilómetros y volver a la superficie terrestre mediante las precipitaciones. En áreas auríferas, el mercurio desechado o depositado y acumulado directamente en los suelos y sedimentos puede contaminar aproximadamente 50 km alrededor del área de emisión (Maurice, 2001). Bajo condiciones favorables, puede ser

metilado en los sedimentos y/o por o por plantas (Restrepo & Johnson, 2002), incorporándose en la cadena trófica acuática, y biomagnificándose hasta contaminar los peces (figura 1). Finalmente, en el hombre es almacenado el mercurio casi en su totalidad por el consumo de pescado contaminado.

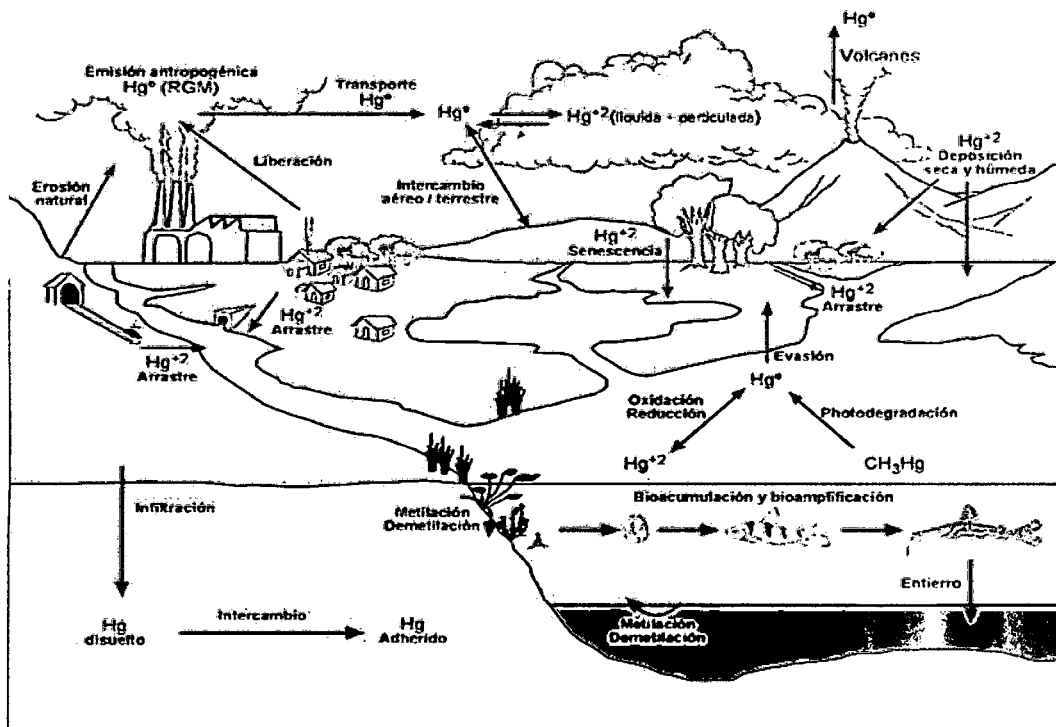


Figura 1. Ciclo biogeoquímico del mercurio en áreas auríferas de la amazonia, Harris et al. (2007).

Plomo (Pb)

El plomo es un metal pesado de color azulado, que adquiere un color grisáceo cuando se empaña (moja). Es muy flexible, elástico y se funde con gran facilidad. Es resistente a la presencia de los ácidos y a la corrosión atmosférica. El plomo rara vez se encuentra en su estado natural ya que es un elemento utilizado en diferentes materiales o equipos de trabajo. Es muy común encontrarlo en forma de sulfuros² (es decir, en combinación con azufre) (Ubillus, 2003).

Principalmente el plomo se obtiene a partir de la galena donde se encuentra en forma de sulfuro de plomo. El punto de fusión es a 327 C° y el punto de ebullición a 1.525 C°. A partir de 500 C° la emisión de vapores de plomo es ya importante y por tanto lo es su toxicidad. Actualmente la toxicidad del plomo no solo se extiende a los ambientes

² Se denomina sulfuros a todos los compuestos que contienen azufre en su composición.

laborales en que se utiliza este metal, sino que llega también a ser un elemento importante de la contaminación ambiental debido fundamentalmente al empleo del plomo tetraetilo y plomo tetrametilo como antidetonante en los carburantes de los automóviles.

El plomo eliminado por actividades antrópicas así como de la minería por la utilización de equipos metálicos e hidrocarburos es derivado directa e indirectamente al medio ambiente (figura 2), los compuestos orgánicos de plomo pueden bioacumularse en plantas y animales. El plomo se bioacumula en los organismos, en particular, en la biota que se alimenta principalmente de partículas, pero la biomagnificación de plomo inorgánico en la cadena alimentaria acuática no es aparente, pues los niveles de plomo, así como los factores de bioacumulación, disminuyen en el nivel trófico. Esto se explica en parte por el hecho de que en los vertebrados, el plomo se almacena principalmente en el hueso, que reduce el riesgo de transmisión de conducir a otros organismos en la cadena alimentaria, (Rodríguez, 1995). La distribución de plomo en los animales está estrechamente relacionada con el metabolismo del calcio.

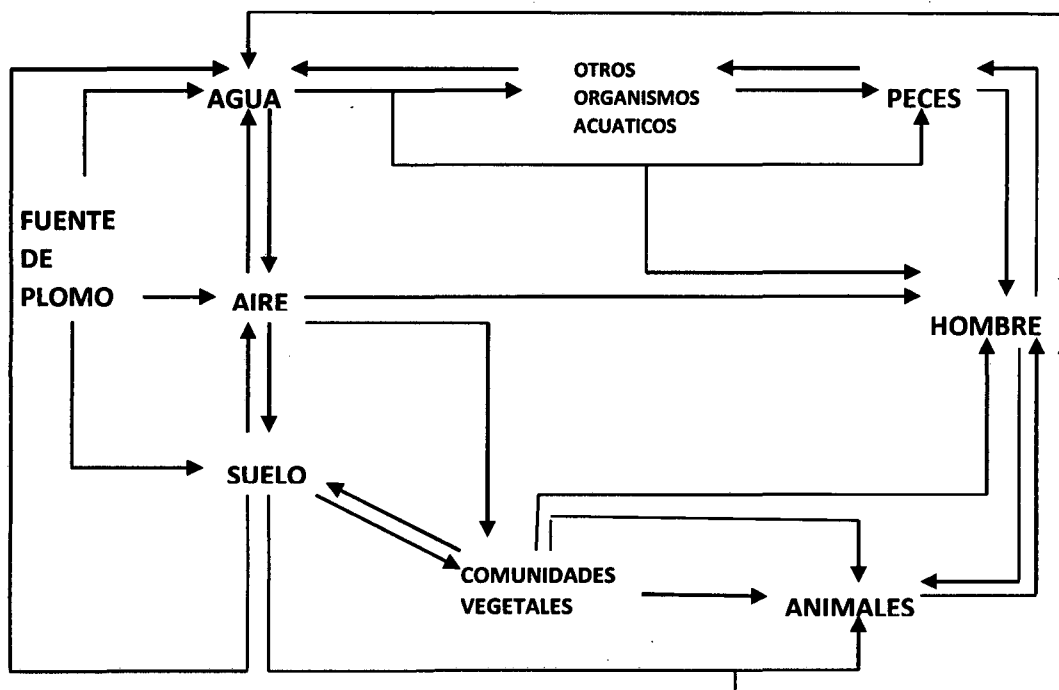


Figura 2. Ciclo biogeoquímico del Plomo (Pb) (Badillo, 2001).

Cadmio (Cd)

El cadmio como fuente industrial en el galvanizado de aceros, componente de las baterías, pigmento en los plásticos y otros, han sido de utilidad en los equipos para trabajos de la minería. "Históricamente, todos los episodios ambientales importantes causados por el Cadmio han sido resultado de la contaminación proveniente de la minería y refinado de materiales no ferrosos", Osorio et al. (1996).

Es un metal que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales de zinc, plomo y cobre. El cadmio puro es un metal blando de color plateado. El cloruro de cadmio y el sulfato de cadmio son solubles en agua. El cadmio es liberado al suelo, al agua y al aire durante la extracción y refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura. El cadmio puede acumularse en organismos acuáticos y en cosechas agrícolas (ATSDR, 2012). El cadmio se encuentra en:

El aire

El cadmio (como óxido, cloruro o sulfato) se encuentra en el aire en forma de partículas o vapores (proveniente de procesos de alta temperatura). Puede ser transportado largas distancias en la atmósfera para ser depositado (húmedo o seco) sobre la superficie del suelo o del agua, Osorio et al. (1996).

El suelo

El cadmio y sus compuestos pueden movilizarse a través del suelo, pero su movilidad depende de varios factores tales como el pH y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente local. Generalmente, el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria, Osorio et al. (1996).

El agua

El cadmio existe en forma de ión hidratado o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Las formas de cadmio solubles se movilizan en el agua. Las formas insolubles son inmóviles y se depositarán en el sedimento donde han sido adsorbidas, Osorio et al. (1996).

Cromo (Cr)

El cromo es un elemento que ocurre naturalmente en rocas, animales, plantas y en el suelo, en donde existe en combinación con otros elementos para formar varios

compuestos. Las tres formas principales del cromo son: cromo (0), cromo (III) y cromo (VI). Pequeñas cantidades de cromo (III) son necesarias para mantener buena salud (ATSDR, 2012).

Se puede encontrar cromo en el aire, el suelo y el agua después de ser liberado por industrias que usan cromo, tales como industrias involucradas en galvanoplastia, curtido de cuero, producción de textiles, y en la manufactura de productos en base a cromo (Campos, 2008). El cromo también puede ser liberado al ambiente al quemar gas natural, petróleo o carbón.

Cobre (Cu)

El cobre es un metal rojizo que ocurre naturalmente en las rocas, el agua, los sedimentos y, en niveles bajos, el aire. Su concentración promedio en la corteza terrestre es aproximadamente 50 partes de cobre por millón de partes de suelo (ppm) o, expresado de otra manera, 50 gramos de cobre por 1, 000,000 de gramos de suelo (1.8 onzas ó 0.11 libras de cobre por 2,220 libras de suelo). El cobre también ocurre naturalmente en todas las plantas y animales. En bajas concentraciones en la dieta es un elemento esencial para todos los organismos, incluyendo a los seres humanos y otros animales. A niveles mucho más altos pueden ocurrir efectos tóxicos (ATSDR, 2012).

Cuando el cobre se libera al suelo, puede adherirse fuertemente a la materia orgánica y a otros componentes (por ejemplo, arcilla, arena, etc.) en las capas superficiales del suelo y puede que no se movilice muy lejos cuando es liberado. Cuando el cobre y los compuestos de cobre se liberan al agua, el cobre que se disuelve puede ser transportado en el agua de superficie ya sea en la forma de compuestos de cobre o cobre libre o, con más probabilidad, como cobre unido a partículas suspendidas en el agua (Fernandez & Walter, 2011).

Arsénico (As)

Debido al alto consumo de productos que contienen este metal ocasionan la contaminación ambiental por arsénico (As) y sus derivados en las diferentes etapas de producción, reciclaje y eliminación. La exposición humana al arsénico (As) se produce fundamentalmente por inhalación y por ingestión. Cantidades significativas de arsénico (As) en diferentes formas se pueden depositar en el cuerpo humano a través de la exposición ocupacional y la dieta diaria, lo cual puede generar efectos nocivos sobre la salud humana. "El arsénico (As) es lanzado a la atmosfera en cantidades significativas desde plantas generadoras de energía por quemado de carbón: siendo estas emisiones

en estado gaseoso debidas a los bajos puntos de ebullición que presenta el arsénico (As) y sus derivados” (Puente & Paulina, 2009).

Para describir el papel de arsénico (As) propusieron un ciclo biogeoquímico global que se observa en la figura 3.

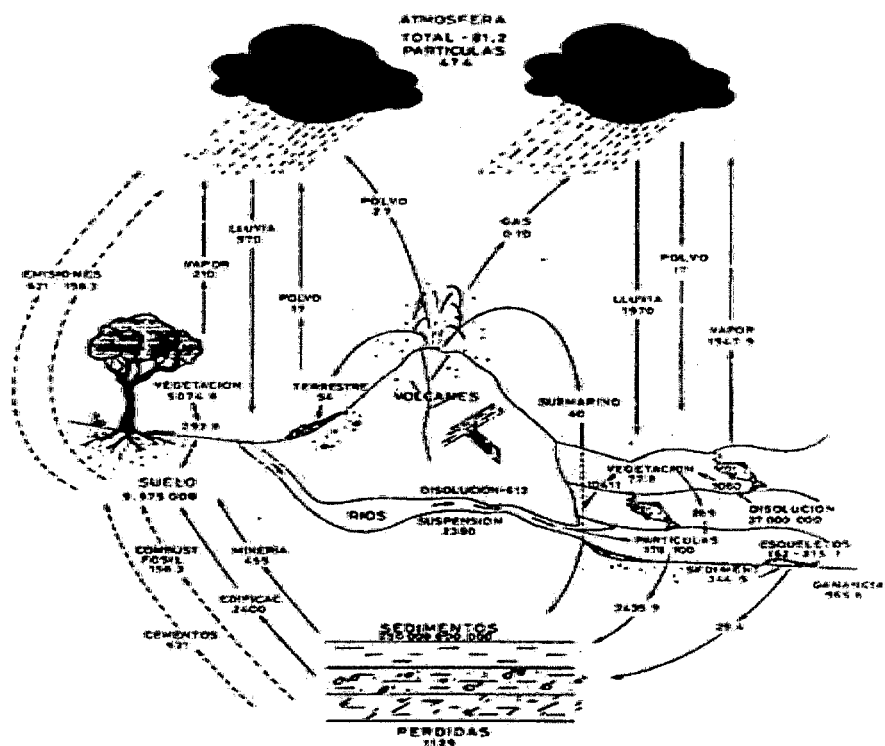


Figura 3. Ciclo biogeoquímico del As (Martínez, 2005).

Diversos microorganismos como hongos, bacterias y levaduras, transforman estos ácidos anteriores en derivados metilados de arsina, trimetilarsina, que pueden emitirse a la atmósfera, lo cual “los gramos de arsénico se pierden anualmente en la atmósfera desde la superficie a estos procesos” (Martínez, 2005).

Coliformes Termotolerantes

Este parámetro es un indicador microbiológico de la contaminación de origen fecal y el impacto en la calidad de las aguas generado por los vertimientos de aguas residuales domésticas y municipales procedentes de la ciudad o centros poblados (ANA, 2013). Se presentan en cuepos de agua naturale o artificiales, según sea el caso.

CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Materiales, Equipos y Herramientas

➤ Materiales

- Tablero
- Fichas de registro de campo
- Libreta de campo
- Etiquetas para la identificación de frascos
- Cadena de custodia
- Balde plástico transparente
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Bolsas ziploc para guardar los envases de preservantes
- Frascos de polietileno
- Frascos de vidrio ámbar
- frascos de vidrio transparente
- Guantes descartables
- Refrigerantes
- Reactivo para preservación de muestras

- Pizeta
- Agua destilada
- Solución estándar de pH y conductividad

➤ Equipos

- GPS
- Cámara fotográfica
- Linterna de mano
- Multiparámetro
- Laptop (Toshiba)

➤ Herramientas

- Machete
- Wincha
- Brazo telescópico muestreador

➤ Programa y software

- Microsoft office 2010 (word)
- Microsoft office 2010 (excel)
- Programa ArcMap (10.2)
- Programa IBM SPSS Statistics 20

2.2. Metodología

El estudio se realizó en la cuenca del río Tambopata, se desarrolló mediante un estudio descriptivo por cuanto se obtiene datos primarios y no se lleva a cabo ninguna modificación en las variables de estudio, también es de diseño transversal, exploratorio y estadísticamente comparativa. La investigación es de campo por cuanto los datos son generados a partir de la medición de parámetros y toma de muestras de agua y sedimento en el río Malinowsky, durante el estudio se prosiguió hacer muestreos en el campo y análisis estadísticos de los resultados obtenidos en comparación con los límites permisibles nacionales e internacionales para agua y sedimento, con la finalidad de determinar la calidad del agua y sedimentos del río Tambopata. El análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se llevó a cabo en un laboratorio acreditado por INDECOPI para lo cual se siguió el **Protocolo Nacional de la Calidad de**

los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante R.J. N° 182-2011-ANA para permitir el aseguramiento y control de la calidad del monitoreo; así como el correspondiente protocolo de preservado y remisión de la muestra al laboratorio acreditado, se detalla a continuación la metodología del estudio.

2.2.1. Ubicación política y geográfica del lugar de estudio

El área de estudio se realizó en la cuenca del río Tambopata, ubicado en la provincia de Tambopata, departamento Madre de Dios (figura 4).

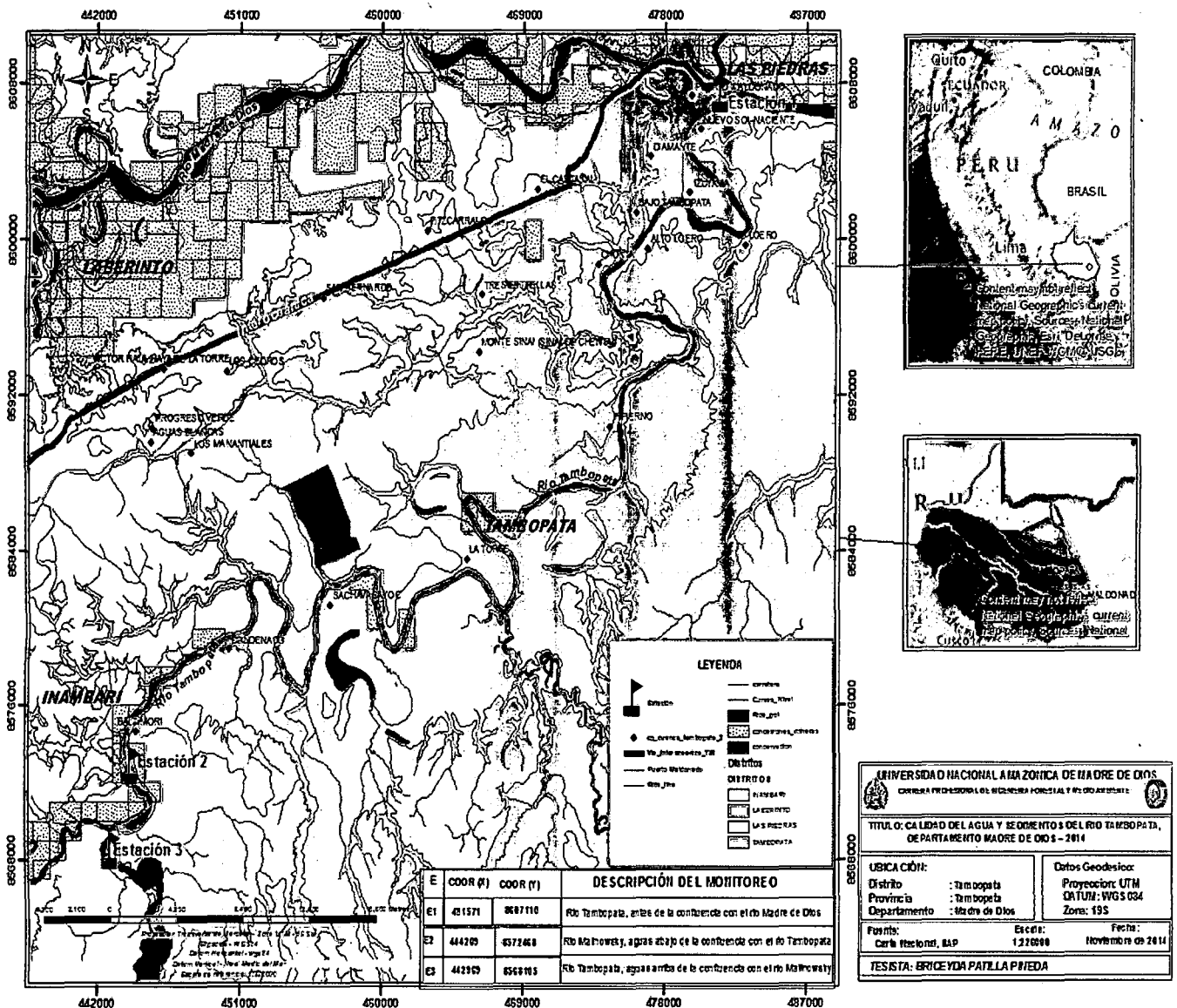


Figura 4. Ubicación del lugar de estudio (Elaboración propia, 2015).

Descripción del Río Tambopata

El río Tambopata nace en la Cordillera de Carabaya, de los deshielos del Nevado Salluyo (4750 msnm), con el nombre de río Saqui (ZEE, 2008). Llega en forma transversal al río Madre de Dios, que desde la localidad de Astillero (Puerto Markham) su curso está alineado en gran parte sobre un emplazamiento de falla de dirección Sur a Norte. En la confluencia entre el río Pilco y Maravilla nace el río Alto Tambopata, y la confluencia de este con el río, la dirección del curso hasta la desembocadura del río Távara es hacia el Noroeste, con un ancho promedio de 100 m. Siguiendo el curso del río, las inflexiones se hacen más regulares, apareciendo algunas islas y ensanchándose el cauce hasta unos 200 m. Tiene una longitud aproximada de 400 km, sus afluentes principales son el río Elías Aguirre, Río Malinowsky y Río la torre. A partir de la confluencia con el río Carama o Malinowsky, su cauce sufre una importante variación en su dirección dominante, que va de Suroeste a Noreste, hasta su desembocadura con el río Madre de Dios, a la altura de Puerto Maldonado, entre terrenos bajos con presencia de grandes meandros y el ancho de su cauce se amplía hasta los 400 m, presentando características de curso meándrico con fondo de cascajo y presencia de caídas de agua y rápidos en algunos sectores. El río Tambopata, constituyó, en los inicios de la exploración de la Región Madre de Dios, la puerta de ingreso para la zona, por lo que sus orillas se poblaron rápidamente, a lo cual contribuyó el descubrimiento del oro (ANA, 2010).

El río Tambopata pertenece a la cuenca del río Amazonas. Tiene una longitud aproximada de 402 Km. y en época de estiaje, la profundidad promedio de este río es de 1.5 m, en el punto cercano a su confluencia con el río Malinowsky (ANA 2010). La turbidez es variable según la época de evaluación, aunque se caracteriza por ser alta. Las aguas presentan una coloración característica debido a la presencia de hierro en los sedimentos (EMAPAT, 2013)

El río Malinowsky, es un tributario del río Tambopata con cauce trenzado y meándrico, de 120 kilómetros de longitud, de mayor turbidez que su receptor, con una profundidad promedio en estiaje de 1 m (ANA, 2010), en la zona del río Malinowsky se concentra la actividad minera de la cuenca del río Tambopata, Mosquera et al. (2009).

Ubicación Geográfica

Geográficamente se localiza al Sur-Este de la cuenca. El río Tambopata se extiende entre las coordenadas UTM WGS84: 482,028 – 8'607,367 y 480,244 – 8'392,938. La cuenca ocupa pisos altitudinales desde los 200 msnm, en la desembocadura con el río

Madre de Dios (Puerto Maldonado), hasta los 4750 msnm en la naciente del río Tambopata en Puno (ANA, 2013).

Hidrografía

La cuenca del Tambopata es parte del sistema hidrográfico de la cuenca del río Madre de Dios que a su vez parte de la cuenca transfronteriza del río Beni. La superficie total de la cuenca Tambopata es de 13280.5 Km² con un perímetro de 909.25 Km.

A partir de la confluencia con el río Malinowsky, su cauce sufre una importante variación en su dirección dominante, que va de Suroeste a Noreste, hasta su desembocadura con el río Madre de Dios, a la altura de Puerto Maldonado, entre terrenos bajos con presencia de grandes meandros y el ancho de su cauce se amplía hasta 400.0 m, presentando características de curso meándrico con fondo de cascajo y presencia de caídas de agua y rápidos en algunos sectores.

Demarcación Política

La cuenca comprende los departamentos de Madre de Dios y Puno en un 44% y 56% respectivamente. En Madre de Dios abarca toda la provincia de Tambopata y en Puno es parte de la provincia de Carabaya y Sandía (ANA, 2010).

Ecología

En la parte baja presenta zonas de vida de bosque húmedo – Subtropical a bosque muy húmedo - Subtropical, en la parte media un bosque pluvial - Subtropical y en la parte alta las zonas son de paramo y bosque pluvial - Alpino Subtropical (ANA, 2010).

La cuenca del río Tambopata es considerada como uno de los ecosistemas con mayores índices de biodiversidad del mundo. Como un indicador de esta enorme riqueza, se puede mencionar que en un área de apenas 550 ha se han encontrado 91 especies de mamíferos, 570 de aves, 127 de reptiles y anfibios, 94 de peces, entre otros sorprendentes registros (Parkswatch, 2003).

Características Fisiográficas

La cuenca presenta grandes variaciones en su relieve que van desde Terrazas altas ligeramente disectadas o llanuras aluviales en la parte baja a cordilleras de pendientes abruptas en la parte alta, en la zona de Puno, pasando por Montañas altas muy empinadas (ANA, 2010).

Recursos Hídricos Superficiales

El principal afluente del Tambopata es el río Carama o Malinowsky y el Távara, que le da sus aguas por la margen izquierda. Otros afluentes importante por la margen izquierda: Azata, Shenahuaja, Shehetapiti, Candamo; y por la margen derecha: Elías Aguirre, Gato, Condenado, La Torre, etc. Existen cerca de 57 quebradas, las que destacan: Chonta, Yarinal, Manuani, Sabaluyo, etc. Existen 5 lagos, destacando el Lago Condenado en la parte baja por su gran tamaño y por ser destino de turistas extranjeros (ANA, 2010).

Aspectos hidrológicos

El río Tambopata, en los meses de Abril y Mayo, en promedio tiene un caudal de promedio 2,300 m³/s y una velocidad alta o rápida que oscila de 0,827 m/s hasta 1,456 m³/s, registrando en su desembocadura al río Madre de Dios por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina en 1997. En junio del 2010 a la altura de la CCNN de infierno se registró un ancho de 241 m, una profundidad promedio de 12 m y una máxima de 15 m. La velocidad promedio fue de 0,8 m/s, siendo el caudal de 2,313 m³/s, también hay otro registro caudal de 1,132 m³/s. El fondo y la orilla de su cauce son arenosos. En época de estiaje, la profundidad promedio de este río es aproximadamente de 1,5 m.

2.2.2. Fases de Investigación

La investigación realizada para la toma de muestras se realizó en la época de estiaje, para tener claro los resultados se procedió de la siguiente manera.

A). Fase Gabinete

Descrito el área de estudio de la cuenca del río Tambopata, se realizó la obtención de las muestras según los puntos de muestreo tomados en cuenta en el mapa de estudio, se determinó in situ los parámetros físicos-químicos del agua. Se procedió a realizar el estudio en campo según el criterio:

- Recopilación de información relacionada con la problemáticas de contaminación del agua en el ámbito de la cuenca.
- Evaluación geográfica e hidrográfica de la cuenca.
- Establecimiento de las estaciones de monitoreo.
- Formulación del Plan de trabajo del monitoreo de calidad del agua.

Accesibilidad

El lugar establecido para la toma de muestras de agua, microbiológico y sedimento ha sido de acceso seguro, evitando vegetación densa y fangos. Desde Puerto Maldonado el acceso al río Tambopata ha sido por vía terrestre y fluvial (anexo 2).

Selección de puntos de muestreo

Para la selección de los puntos de muestreo se siguió las indicaciones del laboratorio donde se realizó la evaluación de las muestras, en el cual menciona que se debe tomar en cuenta la variabilidad espacial y temporal, Heterogeneidad debido a: Contaminación de fuentes puntuales y difusas, topografía, caudal etc. Para la colecta de muestras se ubicó en sitios donde ya han sido evaluados anteriormente por las instituciones como es la Autoridad Local del Agua (ALA), Dirección Regional de Salud (DIRESA), esto con la finalidad de hacer un seguimiento de la gravedad de los contaminantes. Se tomó *muestras* tomando en cuenta las siguientes zonas (DIGESA, 2007).

Número y tipo de muestra

El número de muestras a tomar dependió de la variabilidad espacial, temporal (estacional), cota máxima y cota mínima del cuerpo de agua en estudio, la clase de muestreo seleccionado, número de afluentes y fuentes de contaminación existentes. El número de muestras ha sido el balance realista y practicable entre un número ideal de muestras (estadístico) (Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater (APHA, 2005).

Se seleccionaron tres estaciones de muestreo en donde se tomaron seis muestras en cada estación, dicha cantidad de muestras fue determinada de acuerdo a las recomendaciones de (Fry, 1993) y (Scheiner & Gurevitch, 2001) para cumplir con los requisitos mínimos para realizar la prueba de estadística paramétrica, donde la prueba estadística cumple una serie de requisitos para número de muestras, si los datos no cumplen con los requisitos no se puede aplicar la prueba estadística, por lo tanto se aplicó la prueba paramétrica por excelencia y a juicio estadístico por conveniencia. El muestreo simple contendrá información detallada del punto muestreado y momento de muestreo (Alberro, 2011).

B). Fase Post Campo

- Ubicación de las coordenadas de las estaciones de monitoreo en un mapa a escala conveniente, utilizando el software ArcGis versión 10.3.

- Análisis e interpretación de resultados, tomando en cuenta las categorías de los Estándares de Calidad ambiental para Agua, y la clasificación de los cuerpos de agua, según lo establecidos en la R.J N° 202-2010-ANA.
- Formulación del informe técnico de los resultados del monitoreo.

Criterios para la selección de los puntos de muestreo

Fuentes contaminantes del río Tambopata

Según estudios de la ANA 2012, en la cuenca del Tambopata, parte baja en el ámbito de la confluencia de los ríos Tambopata y Madre de Dios, se identifican dos vertimientos de aguas residuales domesticas en el río Tambopata y un vertimiento de aguas residuales domesticas en el río Madre de Dios, ambas sin tratamiento que proviene de la empresa de EMAPAT, encargada de la gestión del agua potable y desagües de la ciudad de Puerto Maldonado.

En el trayecto al río alto Malinowsky, hacia la CCNN Kotsimba, en la localidad de Mazuko, se identificó un vertimiento de sus aguas residuales domesticas que no reciben tratamiento alguno y que está bajo la administración de la Municipalidad de Mazuko. Este es derivado por medio de un canal hacia el río Inambari.

Durante el recorrido de la cuenca Tambopata realizado por la ALA de Puerto Maldonado, se identificó a tres albergues turísticos que tienen su captación de aguas para uso poblacional en el río Tambopata y quebradas afluentes; mientras que para el manejo de sus aguas residuales domesticas emplean pozos ciegos o biodigestores. Los centros poblados menores pertenecientes a la zona rural, no cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales, por tanto descargan sus aguas residuales crudas a los cuerpos de agua del río Tambopata.

Ubicación

Los puntos de monitoreo ha sido identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. Se describirá las características del entorno al cuerpo natural de agua superficial donde se realiza el monitoreo (observando presencia de residuos, vegetación acuática, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del medio ambiente. Esta información ha sido ingresada en el Registro de Datos de Campo. En la determinación de la ubicación de los puntos, se utilizara el sistema de posicionamiento satelital (GPS), el mismo que se registrara en coordenadas UTM en el sistema WGS84. El proceso de la

ubicación de los puntos ha sido en el CETEGERN³-UNAMAD, mediante el uso de las imágenes satelitales estos puntos han sido ubicados en un mapa utilizando el programa ArcGis versión 10.2.

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos, indumentaria de protección y personal capacitado. Asimismo, se deberá contar con la logística para el desarrollo del trabajo de campo. Se tomó 3 puntos de monitoreo para cada evaluación (Agua y sedimentos), se eligió tomar 3 puntos de monitoreo tomando como referencia estudios realizados por otras instituciones.

1er Punto de muestreo: Cuenca Tambopata. R Tamb 01 (río Tambopata antes de la confluencia con el río Madre de Dios).

En el caso del último punto de monitoreo en el río Tambopata, se ubicó frente a la ciudad de Puerto Maldonado, y además recibe las descargas de aguas residuales de esta localidad.

2do Punto de muestreo: Cuenca Tambopata. R Tamb 02 (río Malinowsky aguas abajo de la confluencia con el río Tambopata), se ubicó después de la confluencia del río Malinowsky, esto con la finalidad de comparar el incremento del nivel de contaminación, ya que en el río Malinowsky se realiza la actividad minera.

3er Punto de muestreo: Cuenca Tambopata. R Tamb 03 (río Tambopata, aguas arriba de la confluencia con el río Malinowsky). Se ubicó antes de la confluencia con el río Malinowsky, además este sitio no recibe ningún tipo de descarga directa como es el caso de la minería.

C). Fase Campo

- Georreferenciación de las estaciones de monitoreo, con el apoyo de un GPS, mediante el sistema de coordenadas UTM WGS 84, zona 19 L.
- Recolección, preservación y almacenamiento de las muestras de agua y sedimento.
- Llenado de la cadena de custodia.
- Envío de las muestras de agua al laboratorio acreditado por el INDECOPI para sus análisis respectivos.

³ CETEGERN: Centro de Teledetección para el Estudio y la Gestión de los Recursos Naturales.

Reconocimiento del área de estudio.

Se estableció la zona para determinar cuáles podrían ser los lugares propicios para la evaluación de la calidad del agua y niveles de contaminación del río Tambopata (anexo 2). El monitoreo de calidad del agua se realizó teniendo como conocimiento previo las problemáticas relacionadas con las actividades económicas, la identificación de fuentes contaminantes, la normatividad vigente, el conocimiento de las actividades productivas y asentamientos humanos, información que ha sido utilizada para el establecimiento de las estaciones de monitoreo. En cada estación de muestreo se evaluó in situ aquellos parámetros correspondientes con equipo portátil (tales como temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, conductividad, pH, entre otros).

Representatividad

Se tomó las siguientes consideraciones para la colecta de muestras (DIGESA, 2007).

- Las muestras han sido representativas de acuerdo a las condiciones que existe en el sitio a la hora de muestreo, se colectó un volumen suficiente de agua para efectuar con las determinaciones correspondientes.
- Se tomó el punto de muestreo donde el río este lo más regular, accesible y uniforme.
- Después de un periodo de lluvia las muestras se tomaron cuando el cuerpo de agua haya recuperado sus condiciones hidrológicas normales.
- Las muestras han sido tomadas a tempranas horas del día, para evitar alteraciones con respecto a la temperatura ambiental elevada en el momento de colectar la muestra.

Cuadro 3. Consideraciones tomadas para la ubicación de los puntos según estudios realizados por otras instituciones en diferentes sitios de monitoreo del agua en el río Tambopata.

Nombre del Estudio	Fecha	Institución	Puntos de Monitoreo	Referencia
Informe de las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad de agua en los ríos de Madre de Dios	11/10/2010	ALA Maldonado	Río Tambopata 100 metros aguas arriba de la confluencia con el río Malinowsky.	Plan de trabajo para la vigilancia de la Calidad de Agua y control de Vertimientos en los ríos de Madre de Dios.
			Río Malinowsky 100 metros aguas arriba de la confluencia con el río Tambopata.	
			Río Tambopata frente al aserradero 200 metros antes de la confluencia del río Madre de Dios.	
Informe Técnico de resultados de identificación	Marzo del 2013	ANA	Aguas arriba antes de la confluencia con el río Malinowsky	Informe técnico de monitoreo de la calidad del agua de

fuentes contaminantes y monitoreo de la calidad del agua en las cuencas Tambopata, Malinowsky y Madre de Dios Puerto Maldonado - Madre de Dios			Agua debajo de la confluencia del río Malinowsky	las cuencas Tambopata y Malinowsky Puerto Maldonado - Madre de Dios-2012
Resultado de Análisis de mercurio en peces de Madre de Dios	25/10/2010	Estudios Ministerio de la Producción	Último punto se ubica frente a la ciudad de Puerto Maldonado.	Oficio N° 1357-2010-PRODUCE/DIGAAP

Fuente: Elaboración propia, 2014

C.1. Muestreo de Agua

Profundidad de muestreo

Las muestras de agua han sido tomadas a una profundidad de 20 – 50 cm de la superficie del río, según lo indicado por el laboratorio, la colecta de la muestra ha sido en las dos orillas y de acuerdo al ancho del río se ubicó los demás puntos de muestreo haciendo un total de 6 muestras de agua en la superficie del río ver Fig.5, Alberro, et al. (2011).

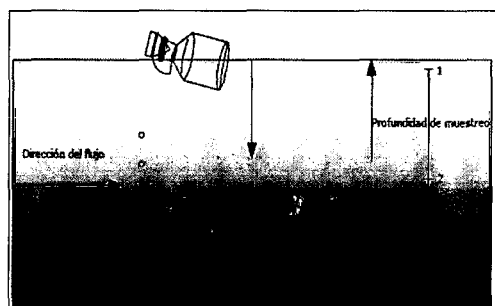


Figura 5. Procedimiento para la toma manual de muestras en cuerpos de agua en movimiento (Elaboración propia, 2014).

Preparación de Materiales y Equipos

Tiene como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH y conductividad, lista de chequeo, formatos (fichas de registro de campo y cadena de custodia). Asimismo, se contara con todos los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados. Se tomó vistas fotográficas del punto de monitoreo (ANA, 2011).

Colecta de muestras

Las muestras han sido colectadas directamente en el envase que se trasladó al laboratorio utilizando guantes de látex para evitar posibles alteraciones. Para la toma de muestra de nitratos y fosfatos el envase fue enjuagado durante tres repeticiones con agua del mismo río igualmente para la toma de muestra de mercurio solo que en este caso no se enjuagó el envase ya que el frasco contiene una sustancia toxica, ambos de 20 a 50 cm de profundidad, para la toma de muestras de Aceites y grasas fue tomado de la superficie del río y por ultimo para la toma de muestras de análisis bacteriológico fue tomado el embace con boca abajo directamente al río. También se colocó una etiqueta en el tercio superior de la botella usando un lápiz marcador permanente donde incluirá el nombre del colector, fecha, hora y sitio de colección. Antes de iniciar los trabajos de colecta de muestras, se anotó en la cadena de custodia el registro de la zona donde se tomó las muestras. La colecta de muestras ha sido cuando el flujo de agua sea mínimo, el muestreo ha sido tomado de corriente abajo para evitar que la muestra no se contamine con sedimentos provenientes desde una zona distinta a la que se desea muestrear (Salomons, 1985). Así mismo se tomó 6 muestras por cada estación con un total de 18 muestras (cuadro 6 y la distribución de puntos de muestreo anexo 3. Para ello se determinó 18 muestras en cada estación con un total de 54 muestras (Cuadro 5).

Cuadro 4. Puntos de muestreo o estaciones para determinar parámetros químicos del agua.

Estación de muestreo	Nº de muestras	Total
1	18	54
2	18	
3	18	

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Las muestras de agua han sido tomadas en el mes de octubre a diciembre del 2014, cuando el caudal del río haya bajado completamente. Se analizó los parámetros de: pH, DOQ, Conductividad, OD, metales, coliformes fecales y totales para ambos evaluaciones aplicando el muestreo sistemático.

Seis muestras de agua que han sido tomadas para nitratos y Fosfatos, 6 muestras de agua que han sido tomadas para evaluar mercurio, 6 muestras de agua que han sido tomadas para evaluar aceites y grasas y 6 muestras de agua para análisis bacteriológico por cada sitio a muestrear con un total de 24 muestras de agua en un solo sitio de muestreo (Fry, 1993). Se tomó 6 muestras de agua (físicos, químicos y microbiológicos)

por cada estación ver anexo 4, de acuerdo a tres criterios específicos, la morfología, el rigor estadístico y recursos económicos disponibles para la investigación (fig. 6).

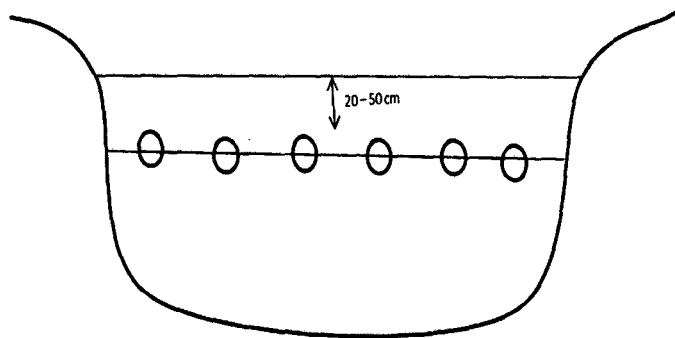


Figura 6. Procedimiento para la toma de muestras de agua en el cuerpo transversal del río (Elaboración propia,

Acondicionamiento

Se preparó los frascos a utilizar, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar. Las muestras de agua han sido recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados. En este caso se siguió las instrucciones generales de preservación, etiquetado, embalaje y transporte de las muestras, mostradas según los "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación".

Para el rotulado de los frascos, se usó plumón de tinta indeleble y se cubrió la etiqueta con cinta adhesiva transparente. Las muestras de agua recolectadas, preservadas y rotuladas, se colocó en un cooler con refrigerante (ice pack), de tal manera que se asegure su llegada al laboratorio en condiciones de conservación. Asimismo, se evitó roturas en el caso de frascos de vidrio, utilizando bolsas de poliburbujas (ANA , 2011).

C.2. Muestreo de sedimentos.

Para la toma de muestras en sedimentos se eligió los mismos lugares donde se tomó las muestras de agua (cuadro 5), con distribuciones diferentes (anexo 4). Se siguió las indicaciones de acuerdo al laboratorio, Alberro et al. (2011).

Profundidad de muestreo

Con respecto a la profundidad del muestreo para la obtención de sedimento superficial se procuró que la muestra corresponda con la capa de sedimento extraída a no más de 25 cm.

Cuadro 5. Puntos de muestreo o estaciones para determinar metales pesados en sedimento.

Estación de muestreo	N° de muestras	Total
1	6	18
2	6	
3	6	

Fuente: Elaboración propia, 2014.

La muestra ha sido tomada manualmente, una vez en el punto de muestreo se procedió a tomar 6 muestras simples de sedimentos de aproximadamente 1/2 kg cada una distribuidas a lo largo de la orilla del río (Fig. 7), de cada punto a una distancia de 200 metros haciendo un total de 6 muestras de sedimento, el muestreador ha sido introducido de manera vertical asegurándose que el contacto con el sedimento se realice suavemente para minimizar las posibles perturbaciones posteriormente se colocó las 6 muestras simples de sedimento en las bolsas correspondientes con la ayuda de una pala.

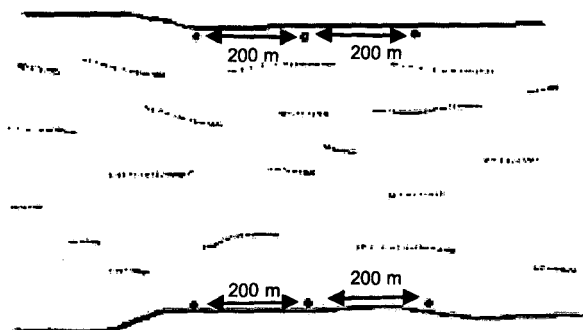


Figura 7. Procedimiento para la toma de muestras de sedimentos en el cuerpo transversal del río en una Estación (Elaboración propia, 2014).

Embolsado del sedimento

Se recolectó el sedimento en una bolsa de boca ancha para su remisión al laboratorio, asegurándonos de que la muestra este bien amarrado para minimizar las pérdidas de humedad y las posibles manipulaciones durante el transporte al laboratorio.

Preservación y transporte:

Las muestras se han preservado durante el transporte con un baño de hielo a una temperatura de 4°C. Las muestras han sido transportadas del sitio de muestreo al laboratorio en el menor tiempo posible han sido almacenadas en un refrigerador o cámara fría que se encuentre a la temperatura mencionada.

C.3. Parámetros ambientales

Se realizó muestreos ambientales sobre los siguientes parámetros:

Cuadro 6. Parámetros físico-químicos y microbiológicos que han sido evaluados en aguas superficiales en el río Tambopata.

Parámetros		Material de frasco	Volumen requerido	Conservación/preservación	Tiempo máximo para análisis
Físicos	pH	Determinación en campo			
	Temperatura	Determinación en campo			
	Turbiedad	Determinación en campo			
	conductividad	Determinación en campo			
Químicos	OD	Determinación en campo			
	Fosfato	p	500 ml	Refrigerar a 4° C	48 horas
	Nitratos	P o V	500 ml	Refrigerar a 4° C	48 horas
	Mercurio	V	500 ml	Refrigerar a 4° C	48 horas
	Aceites y grasas	V ámbar boca ancha	1000 ml	Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	V	250 ml	refrigerar a 4°C	6 horas
	Coliformes totales	V	250 ml	refrigerar a 4°C	6 horas

Fuente: Adaptado y apropiado según la (DIGESA, 2011).

Cuadro 7. Metales pesados que han sido evaluados en sedimentos.

Parámetros		Material de frasco	Volumen requerido
Químicos	Zinc	bolsa	½ Kg
	Plomo	bolsa	½ Kg
	Cromo	bolsa	½ Kg
	Cobre	bolsa	½ Kg
	Cadmio	bolsa	½ Kg
	Mercurio	bolsa	½ Kg
	Arsénico	bolsa	½ Kg
	Hierro	bolsa	½ Kg
	Manganeso	bolsa	½ Kg

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.2.3. Análisis Estadístico

En el análisis estadístico se evaluó el cumplimiento de los requerimientos de la Prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) relacionados con la normalidad y la homogeneidad de la varianza, para lo cual se realizó la Prueba de Shapiro-Wilk (Fry, 1993), a todos los parámetros de agua y sedimentos estudiados. Una vez confirmados dichos

requerimientos, mediante la prueba de ANOVA se evaluó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las tres estaciones estudiadas, según cada uno de los parámetros de calidad de agua y sedimentos. En los casos se estudiaron diferencias estadísticas significativas, se realizó el procedimiento de comparaciones múltiples mediante la Prueba Post-Hoc de Tukey, (Fry, 1993). Finalmente, el promedio de las tres estaciones de cada uno de los parámetros de calidad de agua ha sido comparado con los Estándares de Calidad Ambiental (MINAM) (Anexo 6) para aguas superficiales y para sedimentos ha sido comparado con los estándares de la Agencia para la Protección Ambiental de los estados Unidos (USEPA) (anexo 7).

CAPITULO III: RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares del estudio de la calidad de agua del río Tambopata, se realizó monitoreando en tres estaciones obteniéndose resultados en los parámetros físicos-químicos del agua, microbiológicos del agua y metales pesados en sedimento desarrollados en época de estiaje, se detallan en el anexo 8.

Los resultados obtenidos del laboratorio determinaron la cuantificación de cada parámetro químico del agua y metales, las muestras obtenidas para agua y sedimento fueron proporcionados por el laboratorio CERPER, así mismo los resultados microbiológicos del agua fueron proporcionados por el laboratorio de EMAPAT (anexo 8).

Para mejor comprensión de resultados obtenidos en este trabajo realizado en mención a la calidad de agua y sedimento en el río Tambopata del departamento de Madre de Dios, la presentación para los resultados y discusiones se hace bajo los siguientes aspectos.

3.1. Resultados de análisis de parámetros físico-químicos, microbiológicos de agua y metales pesados de sedimento

Para tener eficaz en resultados, así como en la determinación de resultados estadísticos con los estándares nacionales e internacionales. Sobre todo, se buscó garantizar que los métodos a utilizar en los muestreos de agua y sedimento, demuestren buena reproducibilidad y exactitud y que sean aplicables para comparar con los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) y la Unión Europea (UE) para agua y la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) internacional para metales pesados en sedimento, en muchos casos hay mucha variabilidad en la comparación, que nos permitió analizar el estudio de la calidad de agua y sedimento en el río Tambopata.

3.1.1. Resultados de análisis de parámetros físico-químicos de agua.

Se determinó análisis de varianza (ANOVA) en los parámetros físico-químicos del agua, en las tres estaciones evaluadas en el río Tambopata, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estaciones respecto al potencial de hidrogenión (pH), temperatura (T^0) y conductividad. El potencial de hidrogenión (pH) y la temperatura (T^0) fueron mayores en las estaciones dos y tres (E2 y E3) al respecto de la estación uno (E1); la conductividad muestra con mayor interacción en la estación tres (E3) seguidamente de la estación dos (E2) al respecto de la estación uno (E1) (cuadro 8). En turbidez y oxígeno disuelto no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estaciones estudiadas, indicando que los datos obtenidos son homogéneos.

Cuadro 8. Determinación de análisis de varianza (ANOVA) de parámetros físico-químicos de agua en las estaciones estudiadas, (ANOVA., Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

VARIABLE	ESTACION			ANOVA	
	E1	E2	E3	F	P
pH	6.42 a	7.3 b	7.4 b	392.39	< 0.001
Temperatura	27.67 a	30.35 b	29.19 b	18.302	< 0.001
Turbidez	251.67	221.00	214.83	0.794	0.470
OD	7.76	7.58	7.57	1.395	0.278
Conductividad	27.92 a	64.91 b	72.59 c	535.14	< 0.001

Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.1.1. Comparación con límites permisibles nacionales.

Tomando en consideración a los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA), se determinó el nivel de contaminación de parámetros físico-químicos de agua, que se detallan valores de referencia para ríos de la selva en cuanto a las variables de potencial de hidrogenión (pH) y Oxígeno Disuelto (OD), más no así para temperatura (T°), turbidez y conductividad (Cuadro 9), ello implica que no se tomó en cuenta criterios de la Agencia para la Protección Ambiental (EPA) u otros criterios por la característica climatológica de la selva que varían sus características físicas del agua.

Cuadro 9. Valores promedio (\pm desviación estándar) de parámetros físico-químicos del agua y Límites Permisibles.

PARAMETROS FÍSICOS DEL AGUA				ECA CATEGORIA 4 CONSERVACION DEL SISTEMA ACUATICO RÍOS DE LA SELVA
VARIABLE	E1	E2	E3	
pH	6,4 \pm 0,05	7,3 \pm 0,06	7,4 \pm 0,09	6,5 - 8,5
Temperatura	27,7 \pm 0,01	30,4 \pm 0,74	29,2 \pm 1,10	
Turbidez	251,7 \pm 21,79	221 \pm 57,77	214,8 \pm 70,80	
OD	7,76 \pm 0,09	7,58 \pm 0,26	7,57 \pm 0,27	≥ 5
Conductividad	27,9 \pm 0,14	64,9 \pm 2,79	72,6 \pm 3,38	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

El potencial de hidrogenión (pH) es una medida de concentración de iones de hidrogeno, lo cual es usado como indicador principal de calidad de agua, así se tiene cuando el agua es básica (mayor a 7) o muy ácida (menor a 7). La alteración del potencial de hidrogenión (pH) causa perturbaciones celulares y destrucción de la flora y fauna del ecosistema acuático (Maggi & Carrión, 2011).

Según el estudio de los resultados obtenidos para el potencial de hidrogenión (pH), se determinó mediante la comparación con calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) que la estación dos (E2) y estación tres (E3) están dentro del límite permisible con respecto a la estación uno (E1) que está ligeramente por debajo del límite permisible con 6,4 indicando que tiende a acidez (figura 8). Esto pone de manifiesto que la estación uno (E1) tiende a ser receptor de aguas servidas y de aguas emitidas por diferentes actividades: mineras, agrícolas y turísticas en ese sector del río Tambopata. En cambio, las estaciones dos y tres (E2 y E3) se mantienen dentro del rango adecuado, ya que los relaves mineros y otras partículas emitidas al río en la parte de las cabeceras tienden a ser menores. Aguas abajo una mayor cantidad de partículas son arrastradas por el caudal y algunos metales tóxicos y aguas servidas pueden alterar el potencial de hidrogenión (pH) del agua como es el caso de la estación uno (E1) como lo muestran los resultados (figura 8).

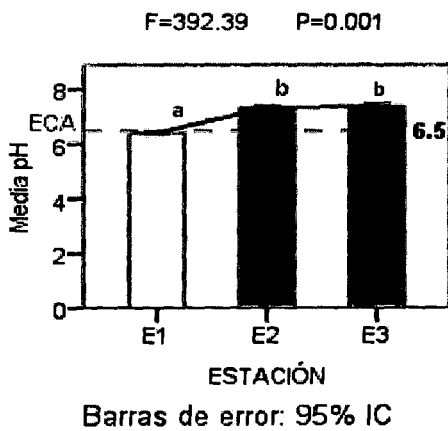


Figura 8. Valores promedio y variabilidad de potencial de hidrogenión (pH) en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).

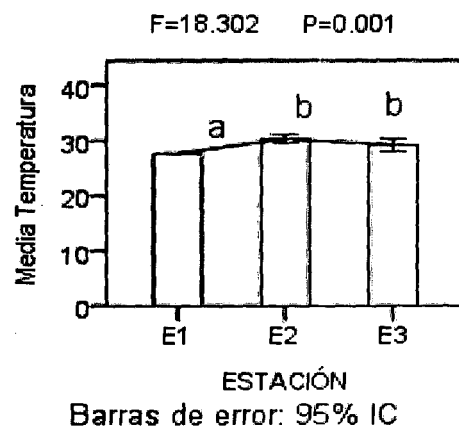
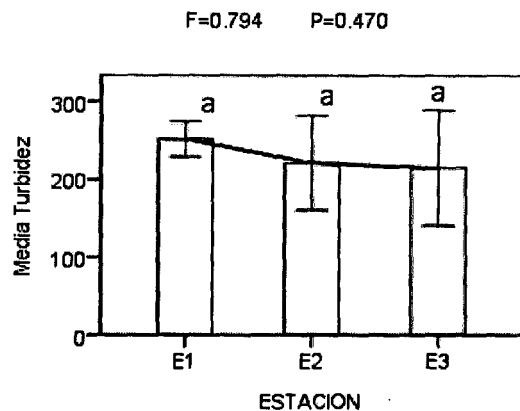


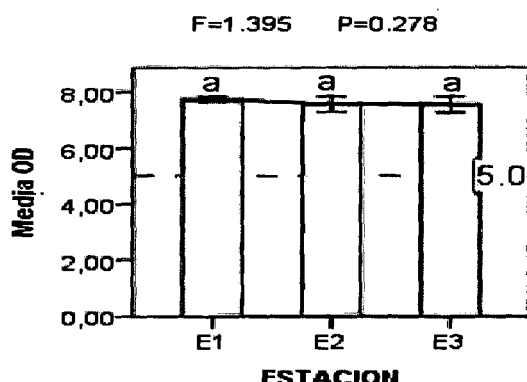
Figura 9. Valores promedio y variabilidad de la Temperatura (T^0) en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).



Barras de error: 95% IC

Figura 10. Valores promedio y variabilidad de Turbidez en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras denotan no hay diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia,

Así mismo se tiene al oxígeno disuelto como un indicador importante para la supervivencia de la vida de los animales y plantas del ecosistema acuático. En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, varía constante de acuerdo a los procesos físicos, químicos y biológicos: como actividades mineras, actividades antropogénicas como es la actividad minera, aguas servidas y actividades naturales por acción del cambio climático. Se determinó resultados de oxígeno disuelto (OD) en las tres estaciones, las cuales están dentro del límite permisible según establecidos por los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) (fig. 11).



Barras de error: 95% IC

Figura 11. Valores promedio y variabilidad de Oxígeno Disuelto en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras denotan, no hay diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).

Este comportamiento tiene por la condición característica del río Tambopata, el río por naturaleza está en movimiento, los afluentes nacen de las cordilleras por lo tanto sus aguas son frías tanto en tiempo de lluvia como en tiempo de estío, razón por lo cual la temperatura (T°) en la estación uno (E1) es de 27.7°C a diferencia de las demás estaciones (figura 9). Diversos autores mencionan que los niveles de concentración de oxígeno disuelto (OD) cambian de acuerdo a las condiciones climáticas e hidrológicas que presenta el río por ejemplo, en la temporada de lluvias la solubilidad aumenta contrario en la estación seca debido a la desorción. Las variaciones de potencial de hidrogenión (pH), los cambios redox, la precipitación de compuestos insolubles y la formación de complejos, dan lugar a cambios de los parámetros físicos-químicos del agua y de esta forma afecta la movilidad de los metales (Mosquera et al. 2009), de ahí las variaciones en los sitios.

Así mismo para la conductividad no pone de manifiesto los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA), sin embargo indica que hubo mayor nivel de concentración en las estaciones dos y tres (E2 y E3), por la presencia de la disolución de sales disueltos emanados por la remoción de la actividad minera aurífera en los afluentes de los ríos de Malinowsky.

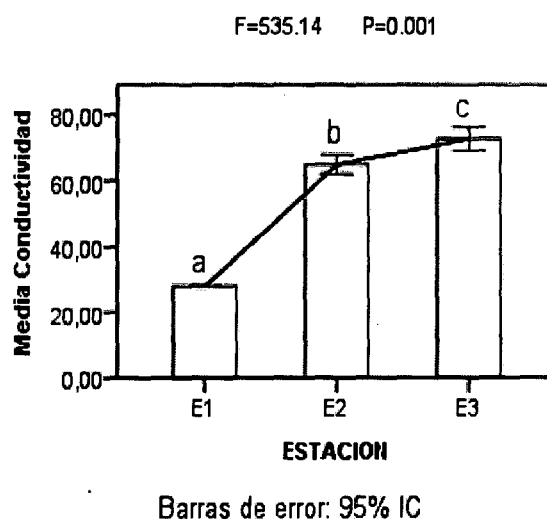


Figura 12. Valores promedio y variabilidad de la Conductividad eléctrica en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras, denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

3.1.2. Resultados de análisis de aguas superficiales.

Se determinó el análisis de varianza (ANOVA) en las muestras de aguas superficiales, indicando que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) al 95% de confianza con un error de al 5% en fosfatos y nitratos, indicando los datos obtenidos y analizados son homogéneos comparativamente, mientras en aceites y grasas y mercurio (Hg) no se determinó el nivel de significancia con los datos obtenidos, indicando que los datos son iguales comparativamente (cuadro 10).

Cuadro 10. Aplicación estadística en muestras de aguas superficiales, en las tres estaciones estudiadas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

VARIABLE	ESTACIONES			ANOVA	
	E1	E2	E3	F	P
Aceites y Grasas	ND	ND	ND	NS	NS
Fosfatos	0,03	0,024	0,022	0,972	0,401
Mercurio	ND	ND	ND	NS	NS
Nitratos	0,487	0,254	0,37	2,967	0,082

ND: No detectable

Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.2.1. Comparación con límites permisibles nacionales e internacionales.

Es importante señalar, en cuanto al establecimiento de los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) y la Unión Europea (UE) para tener claro los resultados, el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) toma en cuenta para la evaluación en ríos de la selva solo para fosfatos, mercurio y nitratos mas no para aceites y grasas, pero los estándares establecidos por la Unión Europea (UE) considera aceites y grasas, mercurio y nitratos mas no fosfatos, lo que interesa, se tome en cuenta todos los parámetros evaluados en agua.

En las estaciones muestreadas en aceites y grasas según la UE que establece un máximo de 5 mg/L, la comparación indica que están por debajo del límite permisible, según lo establecido por los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) para fosfatos está por debajo de límite permisible establecido por estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA), para mercurio (Hg) en agua está por debajo del límite permisible y finalmente para nitratos según el cuadro 11, está por debajo del límite permisible por estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA).

Cuadro 11. Aplicación de los límites permisibles nacionales (ECA) e internacionales (EU) para aguas superficiales.

VARIABLE	ESTACIONES			ESTANDARES	
	E1	E2	E3	ECA (mg/L)	EU 1998 (mg/L)
Aceites y Grasas	ND	ND	ND	Ausencia de Película Visible	5
Fosfatos	0,03	0,024	0,022	0,972	0,401
Mercurio	ND	ND	ND	ND	ND
Nitratos	0,487	0,254	0,37	2,967	0,082

ND = No detectable

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Es importante señalar en aguas superficiales, muestran en su totalidad por debajo del límite permisible establecido por estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) tanto por los estándares de la Unión Europea (UE), en aceites y grasas el análisis resultó no detectable (Cuadro 11). Indicando previo análisis de río Tambopata generalmente por naturaleza del río Tambopata por constante caudal del curso agua, hace que las deposiciones sean mínimas, por lo que en fosfatos también se observa por debajo de lo establecido por ECA que establece un máximo de 0.5 mg/L, de las 18 muestras con un promedio de 0.03 mg/L (ver fig. 13).

Los resultados muestran por las condiciones naturales que presenta el río Tambopata, estas mínimas concentraciones no alteran las reacciones químicas del agua, ya que a mayor concentración de los fosfatos alteran la digestión de los ecosistemas acuáticos. La disponibilidad del mercurio en el río Tambopata en muestras de agua, fueron no detectables, según los resultados emitidos por el laboratorio CERPER (cuadro 10), con proporciones por debajo del límite establecido por los estándares nacionales e internacionales, indicando el efecto hace que las muestras evaluadas fueron tomadas en aguas en curso.

Por último los resultados obtenidos en los nitratos, se hicieron la comparación estadística resaltando con claridad en la fig. 14, según los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) establece un máximo de 10 mg/L y mientras los estándares de la Unión Europea (UE) establece un máximo de 50 mg/L, previo análisis demuestra que los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva, establecen mínimos valores que los Estándares Europeos, el promedio total de las muestras obtenidas fue 18 de tres estaciones con 0.4 mg/L, para cantidades

mínimas se da indicios por actividades antrópicas como es la agricultura practicada en las riveras del río Tambopata aunque se estima de acuerdo a los resultados por fuentes naturales que arrastra el río desde las cabeceras o cordilleras que viene con diferentes sustancias y elementos vitales y no vitales para el ecosistema acuático.

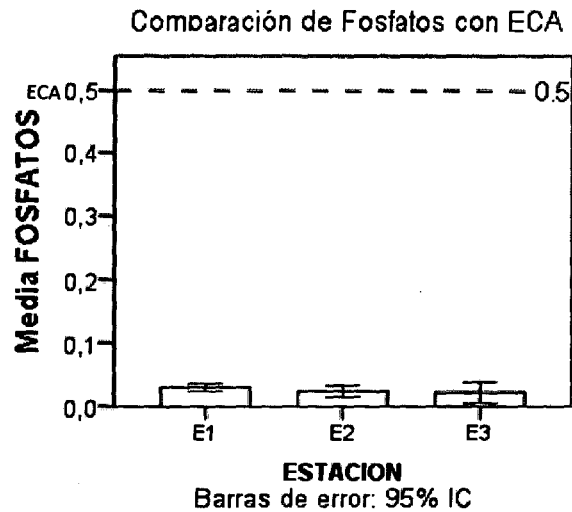


Figura 13. Valores promedio y variabilidad de Fosfatos en cada una de las estaciones de muestreo. Con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Fosfatos (Elaboración propia, 2015).

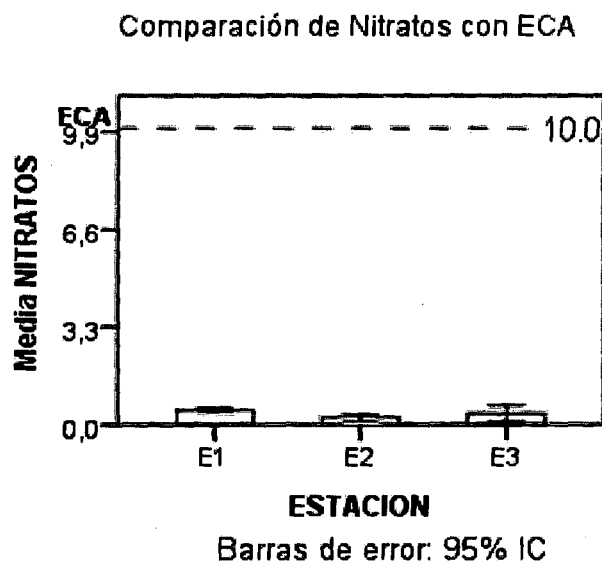


Figura 14. Valores promedio y variabilidad de Nitratos en cada una de las estaciones de muestreo. Con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Nitratos (Elaboración propia, 2015).

3.1.3. Resultados análisis de parámetros Microbiológicos de agua.

En la aplicación de análisis de varianza (ANOVA) para los parámetros microbiológicos del agua, no muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las estaciones, indicando que los datos obtenidos son homogéneos en la evaluación de todas las muestras realizadas en las tres estaciones (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis estadístico en la concentración promedio de parámetros microbiológicos de muestras de agua de las tres estaciones estudiadas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

VARIABLE	ESTACIONES			ANOVA	
	E1	E2	E3	F	P
Col. Termotolerantes	550	216,7	294,4	2,022	0,167
Col. Totales	816,7	766,7	783,3	0,019	0,981

Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.3.1. Comparación con límites permisibles nacionales.

Es importante señalar la aplicación de los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) se hizo por el muestreo realizado en el río Tambopata, el muestreo no se realizó en puntos de emisión de los vertederos de aguas servidas, se tomó el criterio tomado al principio los puntos que se muestreo para agua y sedimento. En ese entender se determinó en tanto en coliformes termotolerantes como en coliformes totales, las tres estaciones están por debajo del límite permisible establecido por estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (cuadro 13).

Cuadro 13. Aplicación de los límites permisibles nacionales (ECA) para los parámetros microbiológicos del agua.

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA				ECA CATEGORIA 4 CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ACUATICO RÍOS DE LA SELVA NMP/100ml
VARIABLE	E1	E2	E3	
Col. Termotolerantes	550 <u>+665,58</u>	216,7 <u>+75,27</u>	294,4 <u>+413.70</u>	2000
Col. Totales	816,7 <u>+691,13</u>	766,7 <u>+136,63</u>	783,3 <u>+428,25</u>	3000

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En cuanto a los coliformes termotolerantes se dice que son coliformes fecales que se encuentran exclusivamente en las heces de los humanos y animales de sangre caliente (Vargas, 2011). Su presencia en el agua es considerada como un índice evidente de la

ocurrencia de contaminación fecal cuando sobrepasa los límites permisibles establecidos por estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA). En este caso en el estudio del río Tambopata no está por encima del límite permisible pero si al menos en la estación uno (E1) alcanzo mayor concentración de col. Termotolerantes (figura 15) a diferencia de las estaciones dos y tres (E2 y E3) establecidos para el estudio.

Los coliformes totales son microorganismos que se hallan tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materiales vegetales en descomposición, también hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua, el grupo coliforme está formado por todas las bacterias Gram negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos (Vargas, 2011).

La presencia de coliformes totales evaluadas en el agua se debe principalmente a la existencia en los suelos ribereños en su forma latente, las cuales son arrasadas por el caudal del río Tambopata; además posiblemente a actividades antrópicas como son: poblaciones ubicadas arriba de los mismos. Sin embargo, cabe resaltar que no todos los coliformes totales son grupos patogénicos, en ese entender se encontró que ninguna de las estaciones está por encima del límite permisible por estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) pero si hubo una mayor concentración en la estación uno (E1) a diferencia de las estaciones dos y tres (E2 y E3) (figura 16), indicando la influencia en la estación uno (E1) por carácter de contaminación por fuentes de aguas servidas y por naturaleza del río Tambopata, en las estaciones tres y dos (E3 y E2) no hubo influencia en la concentración por las aguas servidas emitidas por poblaciones aledañas al río Tambopata en la parte de la cabecera en los afluentes con el río Malinowsky (figura 16).

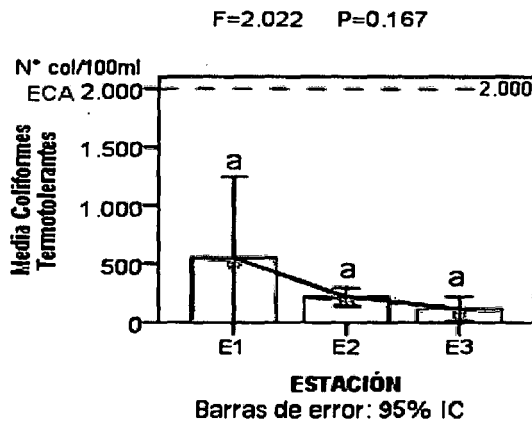


Figura 15. Valores promedio y variabilidad de Col. Termotolerantes en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras, denotan no hay diferencias estadísticamente significativas, con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Col. Termotolerantes (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).

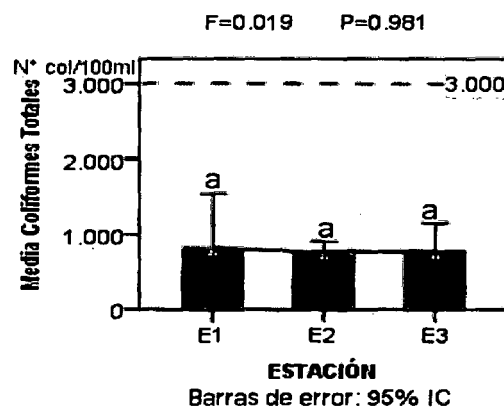


Figura 16. Valores promedio y variabilidad de Col. Totales en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras, denotan no hay diferencias estadísticamente significativas, con diagrama de barras de error al 5% con línea limite permisible establecido por ECA para Col. Totales (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$) (Elaboración propia, 2015).

3.1.4. Resultados de análisis de sedimento

Se registraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre las estaciones con respecto a arsénico (As) y plomo (Pb). En ambos parámetros fue mayor la estación uno (E1) con respecto a las concentraciones en las estaciones dos y tres (E2 y E3). No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las estaciones estudiadas en la cuenca del río Tambopata con respecto a: cromo (Cr), mercurio (Hg), cadmio (Cd), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn) (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis estadístico en la concentración promedio de metales en muestras de sedimento de las tres estaciones estudiadas, (ANOVA, Prueba de Tukey, P<0.05).

VARIABLE	ESTACIONES			ANOVA	
	E1	E2	E3	F	P
Cromo	ND	ND	ND	ND	ND
Manganeso	281,15	312,37	421,33	2,709	0,099
Mercurio	ND	ND	ND	ND	ND
Hierro	16891	19807,2	22259,5	3,166	0,071
Cobre	11,14	10,46	13,83	2,509	0,115
Zinc	40,41	45,79	52,49	2,465	0,119
Arsénico	1,83 a	0,05 b	0,05 b	4,770	0,025
Cadmio	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo	5,93 a	0,02 b	0,02 b	487,784	< 0.001

ND: No detectable

Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.4.1. Comparación con límites permisibles nacionales e internacionales.

La comparación estadística de resultados de sedimento, se hizo en tres estaciones con un total de 18 muestras, la comparación fue hecha con los estándares de Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en inglés (USEPA) para metales tóxicos en sedimento, se consideró la aplicación de los límites permisibles en resultados con límites de detección (cuadro 15).

Cuadro 15. Aplicación de los límites permisible internacionales (USEPA) para calidad de sedimento.

VARIABLE	METALES EN SEDIMENTO			USEPA SQG* (mg/Kg)
	E1	E2	E3	
Cromo	ND	ND	ND	25
Manganeso	281,15	312,37	421,33	30
Mercurio	ND	ND	ND	0,0007
Hierro	16891	19807,2	22259,5	30
Cobre	11,14	10,46	13,83	16
Zinc	40,41	45,79	52,49	110
Arsénico	1,83 a	0,05 b	0,05 b	0,07
Cadmio	ND	ND	ND	0,6
Plomo	5,93 a	0,02 b	0,02 b	0,22

ND: No Detectable

SQG: Lineamientos para Calidad de Sedimento

Fuente: (Elaboración propia, 2015) (USEPA, 1999)

De acuerdo a los resultados obtenidos en sedimentos en comparación con los estándares de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), el cromo (Cr) no fue detectado según resultados brindados por el laboratorio CERPER, el cromo (Cr) naturalmente está asociado en combinación a otros elementos que forman varios compuestos, la concentración del cromo (Cr) en el sedimento se debe principalmente a desechos inorgánicos que son fabricados en manufactureras, en la emisión de combustibles se da este caso ya que se ha dicho que la actividad minera, agrícola y turístico que tiende a utilizar los hidrocarburos en vías fluviales y terrestre, hace que exista el cromo (Cr) en niveles a los límites permisibles.

En cuanto a Hg también no fue detectado, pero es fuente principal contaminante y peligroso para la salud, el elemento se transporta formando compuestos asociados afectando a la cadena de la red trófica, (Deza, 1996), lo cual la emisión de mercurio (Hg) se debe a fuentes de la actividad minera, la contaminación por mercurio en sedimentos se debe a emplazamientos mineros auríferos ya que los vapores de mercurio liberados durante el proceso de amalgamación de oro, el mercurio (Hg) es emitido en forma gaseosa al ambiente.

El manganeso (Mn) es el metal más abundante de la corteza terrestre en su forma natural y su presencia suele estar asociada al hierro (Fe), este elemento es fuente en los estados de oxidación para la biología y el medio ambiente pero a altas concentraciones causa irritabilidad o inestabilidad emocional (OMS, 2003). En comparación estadística, está por encima de lo permitido por Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos USEPA para Mn (Figura 17). Principalmente con mayor nivel de contaminación en la estación (E3) que en las estaciones uno y dos (E1 y E2), por factores de la actividad minera afluentes en el río Malinowsky.

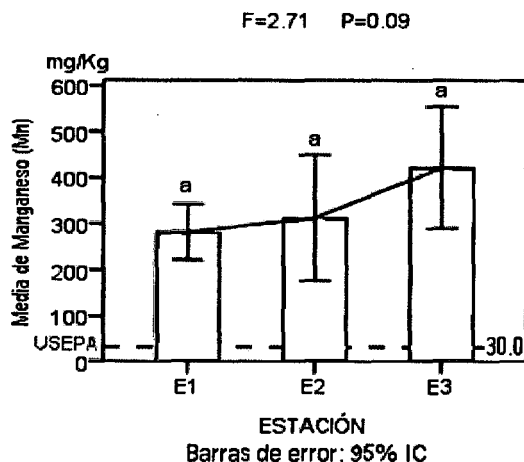


Figura 17. Valores promedio y variabilidad de Mn en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras, indica no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

El Fe es fuente principal fisiológica en las plantas como en el ecosistema ictiológico pero a altas concentraciones altera las reacciones químicas en las plantas como en el medio acuático causando oxidación en agua, muchas veces en aguas detenidas causa eutrofización. Aplicando la comparación estadística, está por encima de lo permitido de estándares de Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) para hierro (Fe) (figura 18). Se observa con mayor proporción en las estaciones tres y dos (E3 y E2) con relación a la estación uno (E1), indicando claramente por la actividad antrópica practicada en los afluentes y confluente del río Malinowsky.

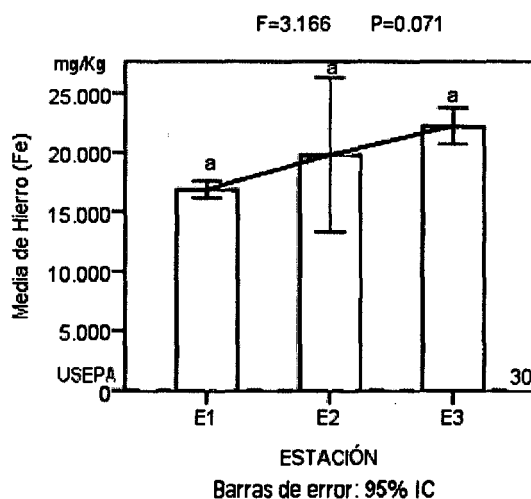


Figura 18. Valores promedio y variabilidad de Fe en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de barras no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

En la determinación estadística comparativa del Cobre (Cu), se observa que está por debajo de lo permitido de los estándares de Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) para sedimentos en cobre (Cu), indicando, no hubo contaminación a mayor nivel en las tres estaciones determinadas, al igual se observa con mayor proporción en la estación tres (E3), puede deberse al uso de herramientas en la minería, en aleaciones de hierro y otros metales usados para la actividad minera, ya que el cobre no siempre se encuentra en su forma natural (figura 19).

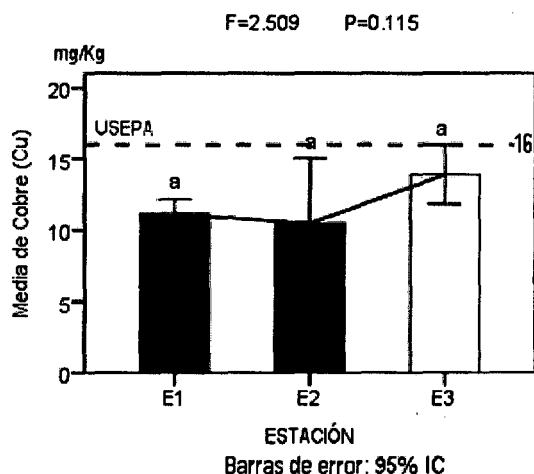


Figura 19. Valores promedio y variabilidad de Cu en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

En los resultados estadísticos comparados con estándares de Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) para Zn, indico por debajo del límite permitido, al igual en zinc (Zn) se observa con mayor proporción en la estación tres (E3) en relación a las estaciones uno y dos (E1 y E2), la presencia con mayor proporción, indica por la actividad minera aurífera aluvial practicada e los afluentes del río Malinowsky. Generalmente el zinc (Zn) al igual que el cobre (Cu) se encuentra asociado a herramientas usadas en actividades mineras, agropecuarias y descargas de aguas residuales formando deposiciones en los sedimentos, lo cual las altas concentraciones de zinc (Zn) no corresponden a las características de la cuenca del río Tambopata (figura 20).

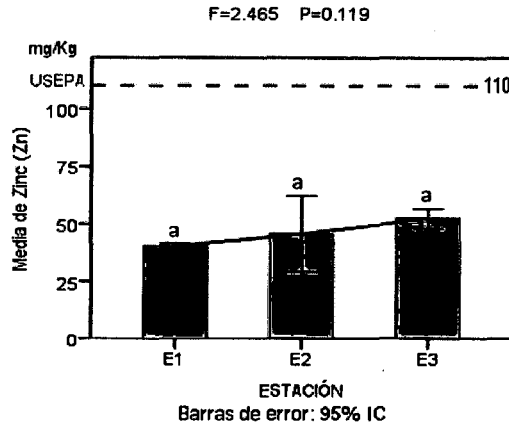


Figura 20. Valores promedio y variabilidad de Zn en cada una de las estaciones de muestreo. Letras iguales encima de las barras no denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

Se determinó la comparación estadística de arsénico (As) con los estándares de Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). Observándose que está por encima del límite permisible solo en la estación uno (E1) con 1,83 mg/Kg en relación a las estaciones dos y tres (E2 y E3), Generalmente el arsénico (As) se encuentra en los artefactos, al desechar dichos artefactos por la acción del factor climático es arrasado y separado formando compuestos en los sedimentos. Para arsénico (As) solo la estación uno (E1) está expuesta a la contaminación por recibir los afluentes de la minería, aguas servidas y otras actividades que se practica en comparación a las estaciones dos y tres (E2 y E3) que están dentro del límite permisible y estar a la cercanía de la población (figura 21).

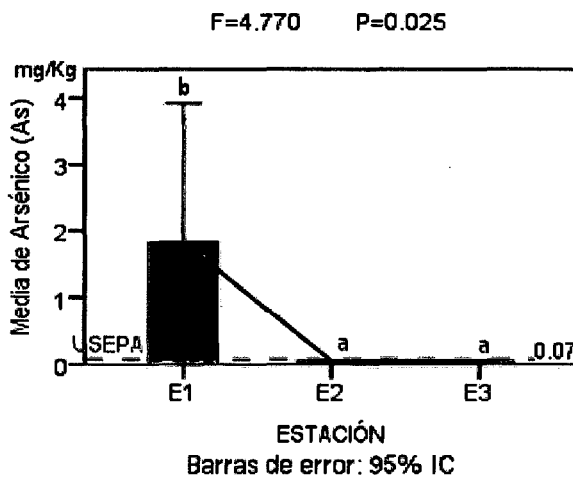


Figura 21. Valores promedio y variabilidad de arsénico (As) en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

El cadmio (Cd) no fue detectado según resultados brindados por el laboratorio CERPER, (cuadro 15), este elemento se encuentra asociado al cobre (Cu) y plomo (Pb) principalmente el cadmio (Cd) es usada en las baterías al usar baterías en condiciones deplorables se expone a la contaminación del ambiente.

Por último se tiene al Pb, indicando por encima del límite permisible por la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) que establece un máximo de 0,22 mg/Kg, Especialmente se encuentra con mayor nivel de contaminación en la estación uno (E1) en relación a las estaciones dos y tres (E2 y E3) debido a la cercanía de la población y emisión de aguas servidas (figura 22), el plomo (Pb) es emitido por usos de hidrocarburos y herramientas utilizadas en diferentes actividades, ello causa alteraciones fisiológicas en el ecosistema acuático.

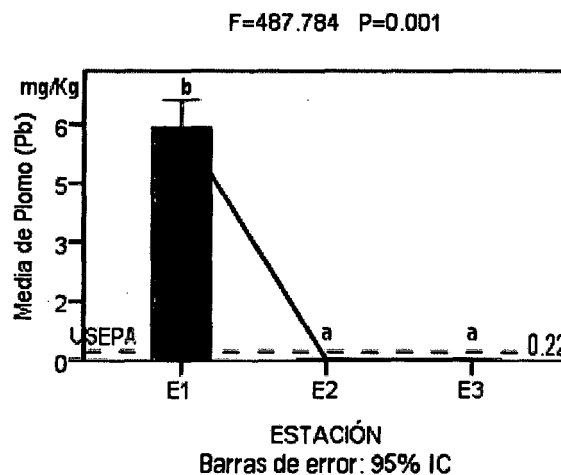


Figura 22. Valores promedio y variabilidad de plomo (Pb) en cada una de las estaciones de muestreo. Letras diferentes encima de las barras denotan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, Prueba de Tukey, $P < 0.05$).

3.2. Discusiones de resultados de parámetros físico-químicos, microbiológicos de agua y metales pesados de sedimento

Es importante señalar en cuanto al establecimiento de los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales de ríos de la selva (ECA) y los estandartes de la Unión Europea (UE) para tener claro los resultados, el ECA toma en cuenta para la evaluación en ríos de la selva solo para fosfatos, mercurio y nitratos mas no para aceites y grasas pero si los estándares establecidos por la unión Europea (UE) toma en cuenta aceites y grasas, mercurio y nitratatos mas no para fosfatos, lo que interesa que se tome en cuenta todo los parámetros evaluados en agua.

El río Tambopata a pesar de ser un ecosistema natural ha sido intervenido, desde los orígenes, por asentamientos humanos ubicados en sus orillas. El río Tambopata atraviesa un nivel de contaminación en los afluentes de la desembocadura del Río Tambopata y Madre de Dios en la estación uno (E1) más no así en las estaciones dos y tres (E2 y E3) acorde a los resultados, claramente indica contaminación sobrepasando los niveles de contaminación por los estándares de calidad ambiental para aguas de ríos de la selva en el potencial de hidrogenión (pH), pero en el año 2013 evaluado los parámetros físico-químicos no excedieron el ECA (ANA, 2013), así mismo hay un alto nivel de concentración de coliformes en la estación uno, mas no sobrepasando los estándares de calidad ambiental (ECA), pero si pone de manifiesto la contaminación afectada por la cercanía de la población para la estación uno (E1), Así mismo indicar los resultados en los parámetros microbiológicos según (ANA, 2013), pone de manifiesto, sobrepasando los límites permisibles de ECA en la confluencia del río Tambopata y Madre de Dios, debido a la cercanía de la población y los vertimientos de aguas servidas, donde el muestreo realizado por la Autoridad Nacional de Agua (ANA) fue casi cerca en el punto de emisión de aguas servidas, pero en el marco de esta investigación el muestreo fue hecha en su forma transversal a su ancho del río Tambopata.

Los contaminantes se adsorben en partículas en suspensión y eventualmente se depositan en sedimentos. Allí pueden ejercer efectos tóxicos sobre la comunidad bentónica que habita en los sedimentos y puede afectar indirectamente a la salud humana.

El estándar de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) mide las concentraciones de 91 componentes químicos en los sedimentos, así como sus efectos tóxicos de los sedimentos en anfípodos (crustáceos que viven en los sedimentos). Los resultados pueden ser utilizados para identificar las zonas más contaminadas y dar pistas respecto a las fuentes de los contaminantes. Los datos también pueden ayudar en el desarrollo de planes de manejo para limpiar sitios contaminados.

La deposición de los sedimentos actúan como contaminantes para el ecosistema biótico cuando son alteradas sus componentes principalmente por las actividades antropogénicas (Ramon, Marzo 2002). Así mismo acorde a los resultados en sedimentos, hecho la comparación por la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), para sedimentos, indicó mayor nivel de contaminación para todas las estaciones, indicando claramente la contaminación en la estación uno (E1) por arsénico

(As) y plomo (Pb) así como se indicó en los parámetros físico-químicos afectados por la contaminación de desagües de la población, mas no así por otros metales pero si tiene influencia en las estaciones dos y tres (E2 y E3) con mayor nivel de contaminación, indicando claramente por la intervención de la actividad minera aurífera, así se tiene en metales pesados como en: manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn), hecho las revisiones bibliográficas los metales pesados mencionados no siempre se encuentran en formas naturales, siempre están asociados en aleaciones que lo utilizan como herramientas de trabajo, así se tiene la actividad minera aurífera por uso de herramientas, las estaciones dos y tres (E2 y E3) han sido contaminadas por metales pesados en: manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn) sobrepasando por encima de los estándares de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) con alto nivel de concentración de metales pesados.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado en el río Tambopata se determinó mayor nivel de contaminación en sedimentos en relación a los parámetros físico-químicos del agua, así mismo en los sedimentos con mayor concentración de metal fue en hierro (Fe) (25002 mg/Kg), manganeso (Mn) (622.7 mg/Kg) y zinc (Zn) (60.4 mg/Kg); mientras para mercurio (Hg) se encontraron en cantidades no detectables, lo cual indica por encima de los límites permisibles por la agencia de para la protección ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

De la evaluación preliminar de los parámetros físicos del agua se comparó solo con los parámetros establecidos por ECA, así como el pH y OD. Los cuales en el pH solo la estación uno (E1) muestra por debajo del límite permisible que tiende a acidez con un promedio de 6.4 de pH en relación a los demás estaciones dos y tres (E2 y E3) que no muestran acidez, en OD se tiene el nivel esperado manteniéndose por encima del límite máximo permisible por ECA (≥ 5) con un promedio total de 7.63 mg/L. Al efectuar la comparación de los resultados obtenidos en el río Tambopata, obtenemos diferencias significativas en parámetros físicos en pH, T° y Conductividad en relación a la turbidez y oxígeno disuelto, indicando que hubo mayor acidez en la estación uno (E1) con menor T° en la estación uno (E1) y menor conductividad en la estación uno (E1), hace que tiene influencia por la mayor concentración de metales pesados en plomo (Pb) en estación uno (E1) y arsénico (As) en estación uno (E1) en sedimento como indicador en la alteración física del agua.

Los parámetros microbiológicos como coliformes termotolerantes y totales, cumplen en su mayoría con una óptima calidad de agua superficial, por cumplir con los valores establecidos por el ECA – Categoría 4: “Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la Selva”; a excepción en la estación 1 parte baja del río Tambopata, tanto en coliformes termotolerantes y coliformes Totales, indicaron mayor concentración que las E2 y E3. Dichos resultados se deben principalmente al nivel de turbiedad del río a causa de las actividades antrópicas, agrícolas y turísticos, su ubicación se encuentra ubicados aguas abajo de la ciudad de Puerto Maldonado, pudiendo estos, ocasionar contaminación antrópica. A lo largo del río Tambopata, se observa presencia de la actividad minera en la parte alta del río en la desembocadura del río Malinowsky y de asentamientos de poblaciones rurales cercanas a la ribera del río Tambopata, las cuales debido al inadecuado manejo de sus efluentes residuales y domésticos, así como de sus residuos sólidos, generan la contaminación con mayor incidencia del recurso hídrico.

RECOMENDACIONES

Es importante la recopilación de información de caudales de los recursos hídricos del río Tambopata, siendo este un dato importante para una mejor evaluación y análisis de los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, considerando en muchos casos los caudales, que influyen en la capacidad de dilución o concentración de los contaminantes, con efectos variables en la calidad del recurso, la biodiversidad y la reproducción del ecosistema acuático.

Generar líneas de investigación futura en base a los estándares de calidad ambiental para agua de ríos de la selva (ECA) en categoría 4. Para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua y en la aplicación de estándares internacionales para la determinación del nivel de la concentración de metales en sedimento, para conocer cuál es la situación actual del nivel de contaminación por metales tóxicos establecidos y que parámetros están por encima de los límites permisibles.

Hacer monitoreos en la calidad de agua del río Tambopata con una frecuencia al menos de un ciclo anual completo para tener mejor el manejo de fuentes contaminantes, de esa forma concientizar a la población urbana y rural sobre los efectos y riesgos para la salud humana y ecológica sobre la contaminación de sus aguas del río Tambopata.

Fortalecer actividades de vigilancia sanitaria de la calidad de los recursos hídricos a instituciones involucradas en la parte ambiental como es OEFA y manejo de cuencas y agua como es el ALA, EMAPAT e instituciones no gubernamentales a través de investigaciones para que tomen en cuenta dentro de su plan operativo de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adriano, D. C. (1986). Trace elements in the terrestrial environment. Pág. 533. New York, EE.UU. doi:10.1002/food.19870310321
- Alberro, N., Bedregal, P., Crubellati, R., & Stegen, S. (2011). *Manual de Protocolos Armonizados y Evaluados para la toma de Muestras y el Análisis de Agua y sedimentos para la región de América Latina y el Caribe*. Lima.
- ANA. (2010). *INFORME TÉCNICO N° 173 - 2010-ANA-DGCRH*.
- ANA. (2011). *Autoridad Nacional del Agua. Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos naturales de Agua Superficial. Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA*.
- ANA. (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpo Naturales de Agua Superficial*.
- ANA. (2013). *Informe técnico de resultados de identificación de fuentes de la calidad del agua en las cuencas Tambopata, Malinowski y Madre de Dios Puerto Maldonado - Madre de Dios*. Pág. 8. Perú.
- Aranda A., c. (2013). *Estandares de Calidad Ambiental (en el Perú). VII Congreso Internacional de Legislación de Minería, Hidrocarburo y Electricidad*. Lima, Perú: Printed . Retrieved from <http://www.ecologiahoy.com/estandares-de-calidad-ambiental>
- Araújo, J. M. (2010). *Informe hidrobiológico Reserva Nacional Tambopata y Parque Nacional Bahuaja-Sonene. Época seca 2010*. Puerto Maldonado: Informe Técnico AIDER.
- ATSDR, A. p. (2012, Setiembre). *Reseña Toxicológica del Cadmio, Níquel, Manganeso y Aluminio*. Pág. 2-4. (C. R. NE, Ed.) Atlanta, EE.UU.
- Badillo, J. f. (2001, Febrero). *El Plomo y sus Fuentes*. Pág. 167. España: Printed EG.
- Barbieri-Noce, G. (2006). *Consecuencias de la contaminación con mercurio en el ambiente y en la salud humana. I Seminario – Taller “Agua, Salud Humana y Minería”*. Vicariato Apostólico de P. Maldonado, P. Maldonado 25.08.2006. *Manuscrito*,, 12 pp.
- Brack, A., Ipenza, C., Brack, J., & Sotero, V. (2011). *Minería Aurífera en Madre de Dios y Contaminación con Mercurio - Una Bomba de Tiempo*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Campos, E. M. (2008, Junio). *Estudio de la Adsorción de Cromo Hexavalente como Biomaterial la Ectodermis de Opuntia*. Pag. 3-4. Toluca, Mexico. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40113197002>
- Castillo, L. I. (2012). *Sedimentos*. Mexico: Instituto de Ingeniería de la UNAM.

- Chambi, L. J., Orsag, V., & Niura, A. (2012). Evaluación de la Presencia de metales pesados y arsenico en suelos agricolas y cultivos en tres micro-cuencas del Municipio de Poopo. Pág. 2-3. Retrieved from http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602012000100012&script=sci_arttext
- Chavez, L. C., & Araujo Flores, J. M. (2012). Calidad de Aguas urbanas y periurbanas en Puerto Maldonado - Peru. *Proyecto Investigacion UNAMAD-INRENMA*.
- Chavez, L. C., & Flores, J. M. (2010). Calidad de Aguas Urbanas y periurbanas de Puerto maldonado madre de Dios - Peru. Puerto Maldonado, Madre de Dios.
- Clevers, J. &. (2003). Assessment of heavy metal contamination in river floodplain by using the red-edge index. Centre Geo-information (CGI), Wageningen. *University and Research Centre*.
- Clevers, J., & Kooistra, L. (2003). Assessment of heavy metal contamination in river floodplain by using the red-edge index. Centre Geo-information (CGI), Wageningen.
- Deza Arroyo, N. E. (1996, Noviembre). Mercury Accumulation in fish from Madre de Dios, a Goldmining Area in the Amazon Basin, Perú. *a goldmining area in the Amazon basin*. Lima, Peru: Oregon State University M.S.
- DIGESA. (2000 - 2005). Datos de calidad de agua.
- DIGESA. (2007). *Protocolo de Monitoreo de la calidad Sanitaria de los recursos Hidricos Superficiales y sus Anexos I, II, III, IV. Resolucion Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA*.
- DIGESA. (2007). Protocolo de Monitoreo de la calidad sanitaria de los Recursos hidricos superficiales, Direccion de Ecologia y Proteccion del Ambiente, Area de Proteccion delos Recursos Hidricos,. *MINISTERIO DE SALUD, Direccion General de salud Ambiental "DIGESA", Peru*.
- DIGESA. (2011). Direccion Ejecutiva de salud Ambiental, Area de Ecologia y Proteccion. *Primer Seminario Perspectivas de la Ingenieria Ambiental en la Region Ucayali y el Peru*.
- DIGESA. (Marzo 2012). Plan de Trabajo de Vigilancia y Control de Riesgos por Exposición Ocupacional a Metales Pesados. *Direccion de Salud Ocupacional*, Pág.3.
- Dourojeanni, M. (1979). "Desarrollo rural integral en la Amazonía peruana", con especial referencia a las actividades forestales. Seminario FAOISIDA sobre el.
- Duncan, J. R., a., & J. L., L. (2001). Extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world's freshwater fishes. *Biological Conservation*.

- El Peruano. (2008, Julio 31). Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. *Normas Legales*, pp. 1-6.
- EPA. (1976). (U.S Environmental Protection Agency). "Forest harvest, residue treatment, reforestation and protection of water quality". Washinton. E.E.U.U.
- Fernandez, I., & Walter, L. (2011). Estudio de la Contaminacion por Metales Ecotoxicos en Sedimentos en la Bahía de Ite, Tacna. *Ciencia Desarrollo*, Pág. 4 - 5.
- Flores, M. G., & Álvarez, J. A. (2002). Origen y Propiedades de los Sedimentos. Pág. 6-7. Mexico: Instituto de Ingenieria para la Comision Nacional del Agua.
- Florivel, O. (2004). Desarrollo de una Investigacion en el río Puerto Nuevo.
- Fry, J. C. (1993). *Biological data analysis. A practical approach*, Oxford, United Kingdom.
- 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):181 - 188p.
- Garcia, L., & Domonson, I. y. (2005). Contaminacion por Metales Pesados en Tecnologia de Suelos. Granada - España: Departamento de Edafologia y Quimica Agricola.
- Garcia, R. G. (Octubre 1995). *Diagnostico sobre la contaminacion ambiental del agua*. Iquitos - Peru.
- Gomez, G. R. (1998). "Contaminación urbana de los cuerpos de agua en la amazonía peruana". Artículo científico publicado en la revista Folia Amazónica Volumen 9 (1-2) 1998. Perú.
- Gromaire, M. C., Garnaud, S., Gonzales, A., & Chebbo, G. (1999). Characterization of urban runoff pollution in Paris. *Water, Science and Technology Journal*,, 39(20):1-8p.
- Harding J. S., B. E. (1998). *Stream biodiversity: the ghost of land use past. Proceedings of the Natural Academy of Sciences, U.S.A. 95: 14843-14847.*
- Harris, R., Murray, M. W., Saltman, T., Mason, R., Krabbenhoft, D. P., & Reash, R. (March de 2007). Monitoring and evaluating trends in methylmercury accumulation in aquatic biota. Florida: SETAC.
- Hernandez, R. F. (2006). Metodologia de la Investigacion . (4th ed.) Mexico, DF McGraw-Hill.
- Huerta, C. H. (Setiembre 2010). Determinación de Propiedades Fisicas y Quimicas de suelos con Mercurio en la Region de San Joaquin, Qro., y su relacion con el crecimiento Bacteriano. Pág. 06-10. Querétaro, Mexico.
- INRENA-IANP. (2003). Instituto Nacional de Recursos Naturales / intendencia de areas Naturales protegidas - INRENA /IANP. *Plan maestro 204 -2008, Reserva Nacioanl Tambopata*, 214 pp.

- JCA. (2003). Junta de Calidad Ambiental. Puerto Rico Water Quality Inventory and list of impaired waters. 2002 305(b)/303(d). Integrates Report Final Versión. Estado Libre Asociado. Oficina de la Gobernadora.
- Klarenberg, G. (2004). "Fishing in troubled waters". Tesis de magister para irrigación y manejo de aguas. Reino Unido.
- Lamborg, C., Fitzgerald, W., & Morel, M. (1994, February). The biogeochemical cycling of elemental mercury: Anthropogenic influences. *Geochimica et Cosmochimica*, 58, Printed in the USA. California, USA: Elsevier Science Ltd.
- Liu, Z. W., Correll, D., & Jordan, T. (2001). *Effects of land cover and geology on stream chemistry in watersheds of Chesapeake Bay*. Journal of the American Water Resources Association. Paper 00015.
- Lopez, T. &. (2006). *Atlas Ambiental de Puerto Rico*. Editorial Universidad de Puerto rico.
- Lynne Shrum, P. (2009, December). Analysis of Mercury and Lead in Birds of Frey From Gold-Mining Areas of the Peruvian Amazon. Pág. 3-4. TigerPrints.
- Maggi, B. L., & carrión, J. F. (2011). Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Internacional de Dos Sectores del Estero Salado con Diferente Desarrollo Urbano. Guayaquil, Ecuador.
- Makowski, G. S. (2009, Junio). Evaluacion de la Distribución y Abundancia de Lianas en la Reserva Nacional de Tambopata, Perú. Lima, Perú: PUCP.
- Marcos, M., & Botana, J. (2006). Polución y corrosión en ríos contaminados. III Congreso de ingeniería civil, territorio y medio ambiente. Agua, Biodiversidad e Ingeniería. Zaragoza, 25-27 de octubre de 2006. *Extraído el 2 de enero del 2014, de <http://www.cliccp.es/biblio.es>*.
- Marrugo Negrete, J. (2011, Julio). Evaluacion de la Contaminacion por Metales Pesados en la Ciénaga la Soledad y Bahía de Cispata, Cuenca del Bajo Sinu, Departamento de Córdoba. Pág. 32. Córdoba.
- Martinez, C. M. (2005). Utilización de ultratrazas de metales pesados como trazadores de los efectos Antopogenicos de los efectos producidos en ecosistemas acuaticos. Pág. 192-194. Cadiz, Colombia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cadiz.
- Martinez, G. (2006). *Analisis de DOB5 por el metodo SM 5210B.AAA/SOP-QA-012.20pp.* 20.
- Matteo, M., Randhir, T., & Bloniarz, D. (2006). "Watershed-Scale Impacts of Forest Buffers on Water Quality and Runoff in Urbanizing Environment". Artículo científico publicado en Journal of water resources planning and management, May-Jun 2006. E.E.U.U.

- Maurice, L. B. (Abril 2001). Síntesis del Conocimiento sobre la Contaminación por Mercurio en aguas, sedimento y peces del río Beni y sus tributarios. *El Mercurio en la Amazonia Boliviana, Primera Edición*. La Paz, Bolivia: Impreso en Bolivia.
- Memon, A. F., & Butler, D. (2005). Characterization of pollutants washed off from road surfaces during wet weather. *Urban Water Journal*, 2(3):171-182pp.
- mendoza, P. M. (2006). Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellón. España: Publicaciones Server. Universidad de Valencia
- Miloslavich, P. M. (2011). *Impactos Ambientales de la Minería Aurífera y Percepción Local en Madre de Dios*. Lima - Perú, Perú: PUCP.
- MINAM. (2009). *Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*.
- Morales. (2006). Calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en la cuenca del río Morovis. *Universidad Metropolitana*.
- Mosquera, C., Chavez, M., Pachas, V., & Moschella, P. (2009). "Estudio diagnóstico de la actividad minera artesanal en Madre de Dios". Fundación Conservación Internacional, CooperAcción, CARITAS-Madre de Dios. Lima. Primera edición. Perú.
- Norat, J. (2002). Uso de terrenos y calidad de agua en la cuenca hidrográfica del río la Plata en Puerto Rico. XXVIII Congreso interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancun Mexico, 27 al 31 de octubre.
- OEFA, A. O. (Abril 2014). *Fiscalización Ambiental en Agua Residuales* (Primera Edición ed.). (B. V. Franco, Ed.) Av. Arequipa 4558 Miraflores - Lima, Peru: Hecho en el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-05991. Retrieved from https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- OMS. (2003). Manganese in drinking-water. Ginebra, Suiza.
- Oral, T., Boyacioglu, H., & Pakistan, M. (2007). An Assessment of sediment quality at the streams flowing into Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. *Journal of Biological Sciences*.10(10):1738-1742.
- Osorio, L. S., Tovar, A. T., & Goes, T. F. (1996). El Cadmio: Mecanismos Básicos de Toxicidad. Pág. 211. Mexico: CONACYT.
- Pachas, V. (2007). "El gran ausente: Conflicto en la minería artesanal de oro de Madre de Dios". Ponencia dada por el autor en la conferencia "Perú: El problema agrario en debate, presentada del 13 al 16 de agosto del 2007 en Tarapoto. Perú.
- Panduro, A. I. (2010, Agosto). Estudio Diagnóstico Hidrológico de la Cuenca Madre de Dios. Lima, Peru.

- Pansu, M., & Gautheyrou, J. (2006). Handbook of Soil Analysis. Springer. Berlin. 432-689.
- Paredes, J. (2010). Contaminacion de los ríos en Madre de Dios. *El comercio*.
- Parkswatch. (2003).
- Perales, N. R. (2013). Estudio químico de sedimentos de la represa de Gallito Ciego como contribución al estudio de la calidad ambiental del reservorio. *TESIS PUCP*, P: 02.
- Poch, M. E. (1999). "Las calidades del agua". Editorial Rubes. Barcelona España. Primera edición.
- PRODUCE, I. -C. (2010). *Informe de ensayo interno N° 383-10-LABS-ITP*. Puerto Maldonado.
- Puente, P., & Paulina, M. (2009). Analisis de la Concentracion de Arsenico en Tres Alimentos: Papa (*Solanum tuberosum*), Zanahoria (*Daucus Carota*) y Leche Cruda Producidos en las Zonas Afectadas por el Volcan Tungurahua (Mocha - Quero). Pág. 32-34. Guayaquil, Ecuador.
- Ramon, S. C. (Marzo 2002). Contenido de Metales Pesados (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn) en los Sedimentos marinos de la Region Patagonica. Pág. 78. Chile: Montreal.
- Rene, R. G. (1986). "Evaluación de las influencias del bosque de protección en la conservación del suelo y agua (Oxapampa-Perú)". Tesis para optar por el grado de magister scientiae. Lima.
- Restrepo, J. O., & Johnson, B. (2002). La Contaminacion con Mercurio en el Norte de Colombia. (J. E. E., Ed.) Colombia: Impresion ALPHA Impresores Ltda.
- Rodriguez Achung, F. (1995, Octubre). El Recurso del Suelo en la Amazonia Peruana, Diagnostico para su Investigacion. *Documento Tecnico N° 14*. Iquitos, Perú: IIAP.
- Rodriguez Hermogenes , R. (2001). estudio de la Contaminacion por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Pág. 05-07. Barcelona.
- Romero, D. P. (Setiembre 2009). *Muestro y analisis de mercurio en sedimentos* . Mexico: Editorial Piramide.
- Salomons, W. (1985). Sediments and water quality. *Sci. Technol.Lett.,*
- Sánchez, C. H. (2012). Estudio de Acumulación de metales pesados en los sedimentos de Jaulas de peces de crianza y en puertos de la Isla de Tenerife. España: Servicio de Publicaciones .
- Sanchez, M. I. (2003). Determinación de metales pesados en suelos de Medina del Campo Valladolid. In *Contenidos extraibles, niveles de fondo y de referencia* (p. 298). España: Universidad de Valladolid.

- Sauder D. L., M. J. (2002). *Freshwater protected areas: Strategies for conservation. Conservation Biology* 16:30-41.
- Scheiner, S. M., & Gurevitch, J. (2001). *Design and Analysis of Ecological Experiments* (Vol. 2da. Ed.). New York: Oxford University.
- Scheumamer, A. M., Meyer, M. W., Sandheinrich, M. B., & Murray, M. W. (2007, February). Effects of Environmental Methylmercury on the Health of Wild birds, Mammals, and fish. EE.UU.: *Ambio*.
- Solis, V. S., & Astudillo, M. A. (2013, Febrero). Contenido de Metales Pesados en agua y sedimento en el bajo Nanay. Pág. 2-3.
- Soto, J., Bruce, J., Martínez, I., Quintero, D., & Chaidez, C. (2006). Presencia de microorganismos indicadores, patógenos y oportunistas en agua potable de zonas de Culiacán y Navolato, Sinaloa. *XV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias*.
- Tello, S. (2002). "Situación actual de la pesca y la acuicultura en Madre de Dios". Reporte de viaje, elaborado para el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Ubillus, J. L. (2003, Julio). Estudio sobre la Presencia del Plomo en el Medio Ambiente de Talara. Pag. 19-21. Lima, Perú. Retrieved from http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/ingenie/ubillus_lj/contenido.htm
- USEPA. (1986). *US Environmental Protection Agency. Quality Criteria for Water. Office of water: Regulation and Standards. USEPA-440/5-86-001*.
- USEPA. (1999). US Environmental Protection Agency: Screening Level Ecological Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities. Vol. 3, Appendix E: Toxicity Reference Values .
- Vargas, K. S. (2011, Abril). Indicadores Microbiológicos de Calidad Ambiental del Botadero La Muyuna. Pág. 47 - 48. Tingo Maria, Perú.
- Wedepohl, K. H., & Turekian, k. K. (1961). Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Geological Society of America*, Pág. 175-192. EE.UU. Retrieved from <http://www.geosociety.org/pubs/index.htm>
- WHO. (1990). International programme of Chemical Safety (IPCS). Genova: Methylmercury. The International Labour Organization and the World Health Organization.
- Wunderlin, D. 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):2881-2894.
- Zamxaka, M., Pironcheva, G., & Muyima, N. (2004). Microbiological and physico-chemical assessments of the quality of domestic water source in select rural community of the Eastern Cape province, South Africa. *Journal: Water SA*. 30(3):333-340.

ZEE. (2008). Zonificación ecológica y económica del departamento de Madre de Dios.
*Gobierno Regional de Madre de Dios e Instituto Nacional de Investigaciones de la
Amazonia Peruana.*

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de cadena de custodia para determinar muestras al momento del monitoreo.

CLIENTE: ASOCIACION HUARAYO
 DIRECCION LEGAL: CALLE FRANCISCO BOLOGNESI SIN CAS. MAZUKO-INAMBARI-TAMBOPATA
 TELEFONO: 959172183
 LUGAR DE MUESTREO: Bajo río Tambopata, cerca a la confluencia con el río Madre de Dios.

CONTACTO: ROXANA CASILLA HANCCO
 E-MAIL:
 CELULAR: 959172183
 NEXTEL:

CADENA DE CUSTODIA
 Registro de Trabajo

H/S 14014610

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE:		PARAMETROS																COORDENADAS UTM WGS84			
		FECHA DE MUESTREO	Nº de Envases/Bolsas	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	PH	MERCURIO	DRB	ORO	SOLIDOS SUSPENDIDOS	TURBIDEZ	OXIGENO DISUELT	METALES TOTALES (Pb, Pb, Cr, Cu, Hg, As, Fe, Mn)	CRONO HEXAVALENTE	ACEITES Y GRASAS	ANALISIS TPH	ANALISIS PAHS	CARACTERIZACION DE SUELOS	NITRATOS Y FOSFATOS	NORTE	ESTE			
E1-M1-AS	AS	01/12/14	3			X															8607110	0481571	
E1-M2-AS	AS	01/12/14	3			X															8607148	0481556	
E1-M3-AS	AS	01/12/14	3			X															8607165	0481483	
E1-M4-AS	AS	01/12/14	3			X															8607231	0481464	
E1-M5-AS	AS	01/12/14	3			X															8607361	0481426	
E1-M6-AS	AS	01/12/14	3			X															8607406	0481401	
TOTAL																							

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA
 TIPO DE MUESTRA: AGUA POTABLE (AP) / AGUA DE MAR (AM) / AGUA SUPERFICIAL (AS) / AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / SEDIMENTO MARINO (SM) / SEDIMENTO DE RIO (SR) / AIRE / EMISION GASEOSA / SUELO

DATOS DE MUESTREO:

Muestreado por: *Brigada Patrulla Pineda*

Fecha de finalización del muestreo: *01/12/14*

Hora de finalización del muestreo: *06:52 am*

Volumen Filtrado (m³):

Área de Draga (m²):

Fkjo de Muestreo (m³/h):

Tiempo de Muestreo (h):

CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA:

En buen estado:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
Recipiente apropiado:	SI		NO	
Dentro del tiempo de conservación:	SI		NO	
Correctamente preservadas:	SI		NO	

RECIBIDO POR:

OBSERVACIONES:

Reportar: METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn)

CLIENTE: ASOCIACION HUARAYO

DIRECCION LEGAL: CALLE FRANCISCO BOLOGNESI S/N CAS. MAZUKO-INAMBARI-TAMBOPATA

TELEFONO: 959172183

LUGAR DE MUESTREO:

CONTACTO: ROXANA CASILLA HANCCO

E-MAIL:

CELULAR: 959172183

NEXTEL:

CADENA DE CUSTODIA

Registro de Trabajo

H/S

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE:		PARAMETROS																COORDENADAS UTM WGS84	
		FECHA DE MUESTREO	N° de Envases / Bolsas	P	P	P	P	P	P	P	P	W	P	P	VA	VA	VA	BP	BP	NORTE	ESTE
E21M1 - AS	AS	22/10/14	3												X				X	8572468	444209
E21M2 - AS	AS	22/10/14	3												X				X	444209	8572468
E21M3 - AS	AS	22/10/14	3												X				X	8572462	444177
E21M4 - AS	AS	22/10/14	3												X				X	8572470	444145
E21M5 - AS	AS	22/10/14	3												X				X	8572447	444115
E21M6 - AS	AS	22/10/14	3												X				X	8572440	444075
															X				X	8572459	444051
TOTAL																					

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA

TIPO DE MUESTRA: AGUA POTABLE (AP) / AGUA DE MAR (AM) / AGUA SUPERFICIAL (AS) / AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / SEDIMENTO MARINO (SM) / SEDIMENTO DE RIO (SR) / AIRE / EMISION GASEOSA / SUELO

DATOS DE MUESTREO:

Muestreado por	Brenda Pachilla Pineda
Fecha de finalización del muestreo	22/10/14
Hora de finalización del muestreo	12:40 pm
Volumen Filtrado (m ³)	
Área de Draga (m ²)	
Flujo de Muestreo (m ³ /h)	
Tiempo de Muestreo (h)	

CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA:

En buen estado	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Recipiente apropiado:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Dentro de tiempo de conservación	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Correctamente preservadas	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
RECIBIDO POR:				

OBSERVACIONES

Reportar: METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn)

CLIENTE: *Asociación Huaraño* CONTACTO: E-MAIL: _____
 DIRECCION LEGAL: _____ CELULAR: _____
 TELEFONO: _____ NEXTEL: _____
 LUGAR DE MUESTREO: _____ CADENA DE CUSTODIA: _____
 Registro de Trabajo: _____ HIS: *14019610*

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE		PARAMETROS																COORDENADAS UTM WGS84			
		FECHA DE MUESTREO	Nº de Envases / Bolsas	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	PH	MERCURIO	DBO	DO	SOLIDOS SUSPENDIDOS	TURBIDEZ	OXIGENO DISUELTO	METALES TOTALES	CROMO HEXVALENTE	ACEITES Y GRASAS	ANALISIS TPH	ANALISIS PAHS	CAPACITACION DE SUELOS	NITRATOS Y FOSFATOS	METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn)	NORTE	ESTE		
<i>E3-M1-AS</i>	<i>AS</i>	<i>22/10/14</i>	<i>3</i>			<i>X</i>									<i>X</i>			<i>X</i>		<i>0442969</i>	<i>8568</i>		
<i>E3-M2-AS</i>	<i>AS</i>	<i>22/10/14</i>	<i>3</i>			<i>X</i>									<i>X</i>			<i>X</i>		<i>0442980</i>	<i>85680</i>		
<i>E3-M3-AS</i>	<i>AS</i>	<i>22/10/14</i>	<i>3</i>			<i>X</i>									<i>X</i>			<i>X</i>		<i>0442957</i>	<i>85680</i>		
<i>E3-M4-AS</i>	<i>AS</i>	<i>22/10/14</i>	<i>3</i>			<i>X</i>									<i>X</i>			<i>X</i>		<i>0442963</i>	<i>85679</i>		
<i>E3-M5-AS</i>	<i>AS</i>	<i>22/10/14</i>	<i>3</i>			<i>X</i>									<i>X</i>			<i>X</i>		<i>0442876</i>	<i>85679</i>		
<i>E3-M6-AS</i>	<i>AS</i>	<i>22/10/14</i>	<i>3</i>			<i>X</i>									<i>X</i>			<i>X</i>		<i>0442905</i>	<i>85679</i>		
TOTAL																							

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA
 TIPO DE MUESTRA: AGUA POTABLE (AP) / AGUA DE MAR (AM) / AGUA SUPERFICIAL (AS) / AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / SEDIMENTO MARINO (SM) / SEDIMENTO DE RIO (SR) / AIRE / EMISION GASEOSA / SUELO

DATOS DE MUESTREO

Muestreado por: *Brileyda Patilla Pineda*

Fecha de finalización del muestreo: *22-10-2014*

Hora de finalización del muestreo: *10:20 am*

Volumen Filtrado (m³): _____

Área de Draga (m²): _____

Flujo de Muestreo (m³/h): _____

Tiempo de Muestreo (h): _____

CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA

En buen estado:	SI	NO
Recipiente apropiado:	SI	NO
Dentro del tiempo de conservacion:	SI	NO
Correctamente preservadas:	SI	NO

RECIBIDO POR: _____

OBSERVACIONES

CLIENTE: ASOCIACION HUARAYO CONTACTO: ROXANA CASILLA HANCCO
 DIRECCION LEGAL: CALLE FRANCISCO BOLOGNESI S/N CAS. MAZUKO-INAMBARI-TAMBOPATA E-MAIL:
 TELEFONO: 959172183 CELULAR: 959172183 CADENA DE CUSTODIA HIS 14014610
 LUGAR DE MUESTREO: Bajo río Tambopata cerca a la confluencia con el río Madre de Dios NEXTEL: Registro de Trabajo

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE:		PARAMETROS																		COORDENADAS UTM WGS84									
		FECHA DE MUESTREO	Nº de Envases / Bolsas	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	PH	MERCURIO	DBO	DCO	SOLIDOS SUSPENDIDOS	TURBIDEZ	OXIGENO DISUELTO	METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn)	CROMO HEXAVALENTE	ACETES Y GRASAS	ANALISIS TPH	ANALISIS PAH'S	CARACTERIZACION DE SUELOS	NITRATOS Y FOSFATOS										NORTE	ESTE		
E1-M1	SR	01/12/14	1																											8607433	0481394
E1-M2	SR	01/12/14	1																											8607110	0481571
E1-M3	SR	01/12/14	1																											8607187	0481160
E1-M4	SR	01/12/14	1																											8607308	0481231
E1-M5	SR	01/12/14	1																											8607361	0481426
E1-M6	SR	01/12/14	1																											8607474	0481579
TOTAL																															

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA
 TIPO DE MUESTRA: AGUA POTABLE (AP) / AGUA DE MAR (AM) / AGUA SUPERFICIAL (AS) / AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / SEDIMENTO MARINO (SM) / SEDIMENTO DE RIO (SR) / AIRE / EMISION GASEOSA / SUELO

DATOS DE MUESTREO:

Muestreado por: *Briegda Patilla Pineda*

Fecha de finalización del muestreo: *01/12/14*

Hora de finalización del muestreo: *8:10 am*

Volumen Filtrado (m³):

Área de Draga (m²):

Flujo de Muestreo (m³/h):

Tiempo de Muestreo (h):

CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA:

En buen estado:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Recipiente apropiado:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Dentro del tiempo de conservación:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Correctamente preservadas:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

RECIBIDO POR:

OBSERVACIONES

Reportar: METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn)

CLIENTE: ASOCIACION HUARAYO
DIRECCION LEGAL: CALLE FRANCISCO BOLOGNESI S/N CAS. MAZUKO-INAMBARI-TAMBOPATA
TELEFONO: 959172183
LUGAR DE MUESTREO:

CONTACTO: ROXANA CASILLA HANCCO
E-MAIL:
CELULAR: 959172183
NEXTEL:

CADENA DE CUSTODIA
Registro de Trabajo

H/S

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE:		P	P	P	P	P	P	P	W	P	PARAMETROS								COORDENADAS UTM WGS84				
		FECHA DE MUESTREO	N° de Envases / Botas										CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	PH	MERCURIO	DBO	DOO	SOLIDOS SUSPENDIDOS	TURBIDEZ	OXIGENO DISUELTO	METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Ni, Ag, As, Fe, Mn)	CRONO HEXAVALENTE	ACEITES Y GRASAS	ANALISIS TPH	ANALISIS PAH'S
E2/M1 - SR	SR	22/10/14	1										X											8572112	444316
E2/M2 - SR	SR	22/10/14	1										X											8572468	444209
E2/M3 - SR	SR	22/10/14	1										X											8572762	444227
E2/M4 - SR	SR	22/10/14	1										X											8572042	444133
E2/M5 - SR	SR	22/10/14	1										X											8572459	444051
E2/M6 - SR	SR	22/10/14	1										X											8572732	444051
TOTAL																									

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA
TIPO DE MUESTRA: AGUA POTABLE (AP) / AGUA DE MAR (AM) / AGUA SUPERFICIAL (AS) / AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / SEDIMENTO MARINO (SM) / SEDIMENTO DE RIO (SR) / AIRE / EMISION GASEOSA / SUELO

DATOS DE MUESTREO:

Muestreado por: *Brieda Pafilla Pineda*

Fecha de finalización del muestreo: *22/10/14*

Hora de finalización del muestreo: *13:18 pm*

Volumen Filtrado (m³):

Área de Draga (m²):

Flujo de Muestreo (m³/h):

Tiempo de Muestreo (h):

CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA:

En buen estado:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Recipiente apropiado:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Dentro del tiempo de conservación:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Correctamente preservadas:	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

RECIBIDO POR:

OBSERVACIONES

Reportar: METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Fe, Mn)

TELÉFONO LUGAR DE MUESTREO			CONTACTO: E-MAIL CELULAR NEXTTEL														CADENA DE CUSTODIA Registro de Trabajo												H/S			
CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE		PARAMETROS														COORDENADAS UTM WGS84														
		FECHA DE MUESTREO	Nº de Envase / Bolsas	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	PH	MERCURIO	DBO	ODQO	SOLIDOS SUSPENDIDOS	TURBIDEZ	OXIGENO DISUELTTO	METALES TOTALES	CRÓMO	HEXAVALENTE	ACEITES Y GRASAS	ANALISIS TPH	ANALISIS PAH'S	CARACTERIZACION DE SUELOS	NITRATOS Y FOSFATOS	METALES TOTALES (Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Ni, Ag, As, Fe, Mn)	NORTE	ESTE										
E31M1 - SR	SR	22/10/14	1																												8567977	443243
E31M2 - SR	SR	22/10/14	1																												8568105	442469
E31M3 - SR	SR	22/10/14	1																												8568171	442760
E31M4 - SR	SR	22/10/14	1																												8567828	443169
E31M5 - SR	SR	22/10/14	1																												8567974	442876
E31M6 - SR	SR	22/10/14	1																												8568023	442059
TOTAL																																

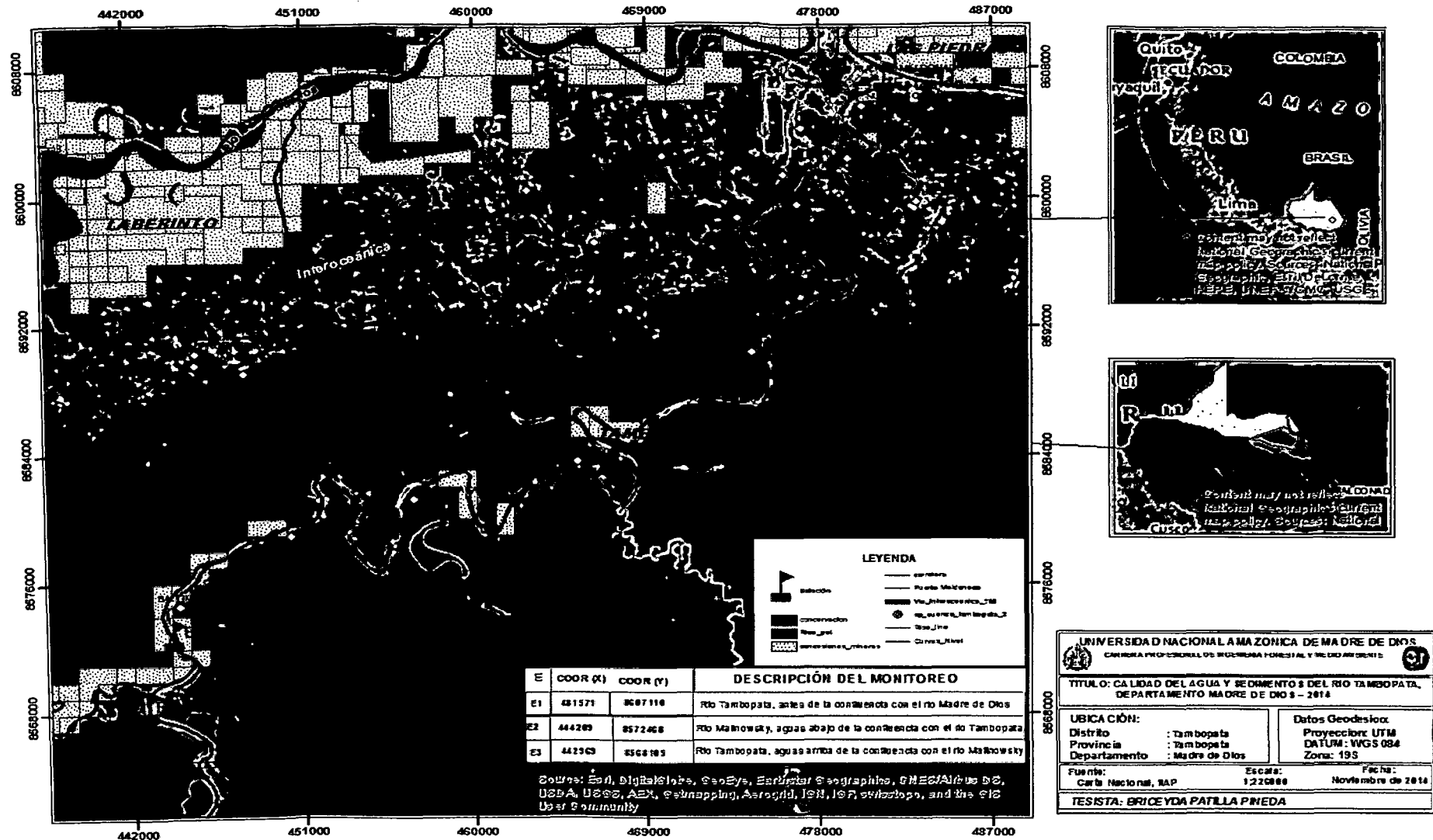
TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA
 TIPO DE MUESTRA: AGUA POTABLE (AP) / AGUA DE MAR (AM) / AGUA SUPERFICIAL (AS) / AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / SEDIMENTO MARINO (SM) / SEDIMENTO DE RIO (SR) / AIRE / EMISION GASEOSA / SUELO

DATOS DE MUESTREO:
Muestreado por: <i>Brigeyda Tapilla Pineda</i>
Fecha de finalización del muestreo: <i>22/10/2014</i>
Hora de finalización del muestreo: <i>11:03 am.</i>
Volumen Filtrado (m ³):
Área de Draga (m ²):
Flujo de Muestreo (m ³ /h):
Tiempo de Muestreo (h):

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	SI	X	NO
En buen estado:	SI		NO
Recipiente apropiado:	SI		NO
Dentro del tiempo de conservación:	SI		NO
Correctamente preservadas:	SI		NO
RECIBIDO POR:			

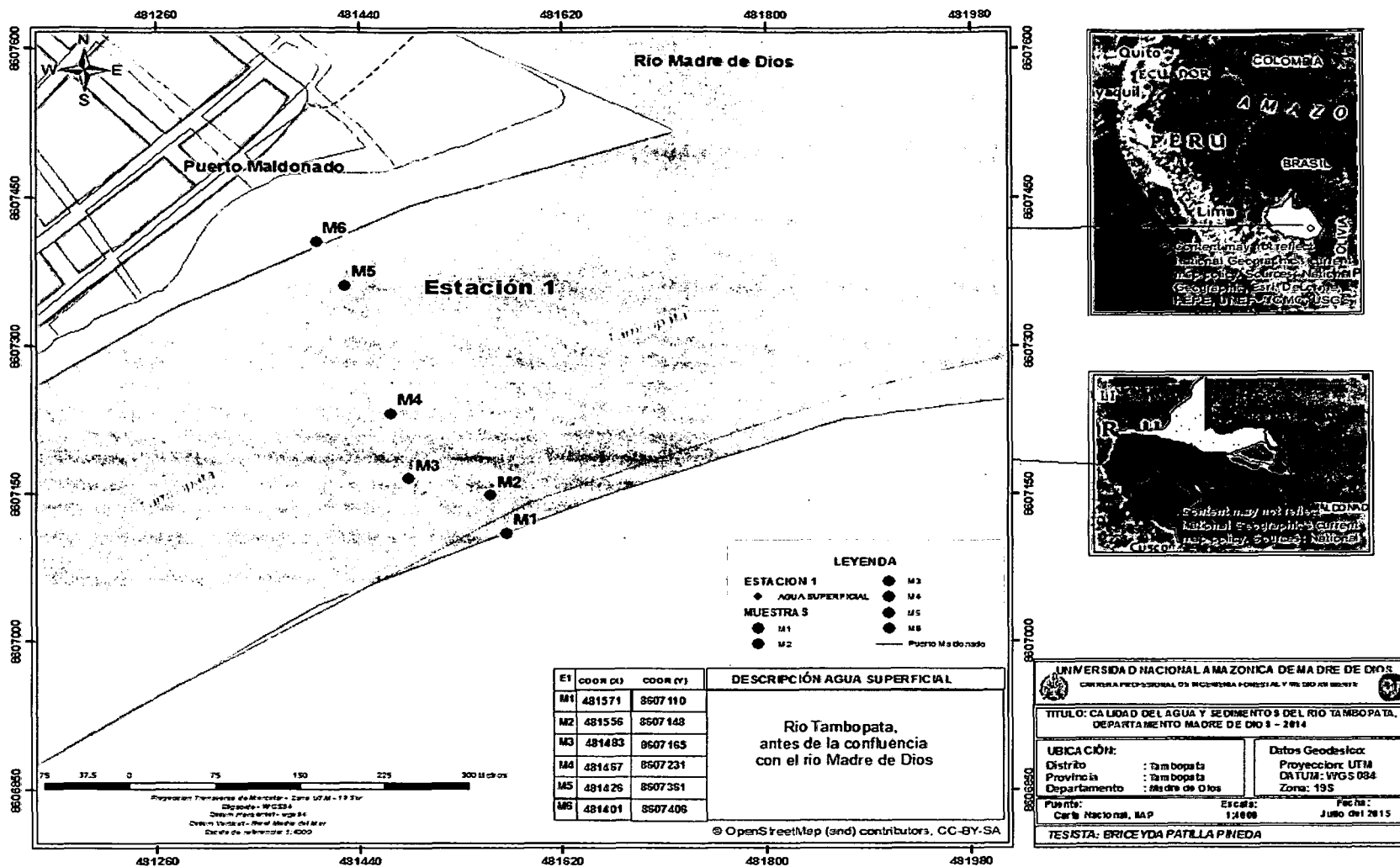
OBSERVACIONES:

Anexo 2. Mapa de ubicación de las Estaciones establecidas.



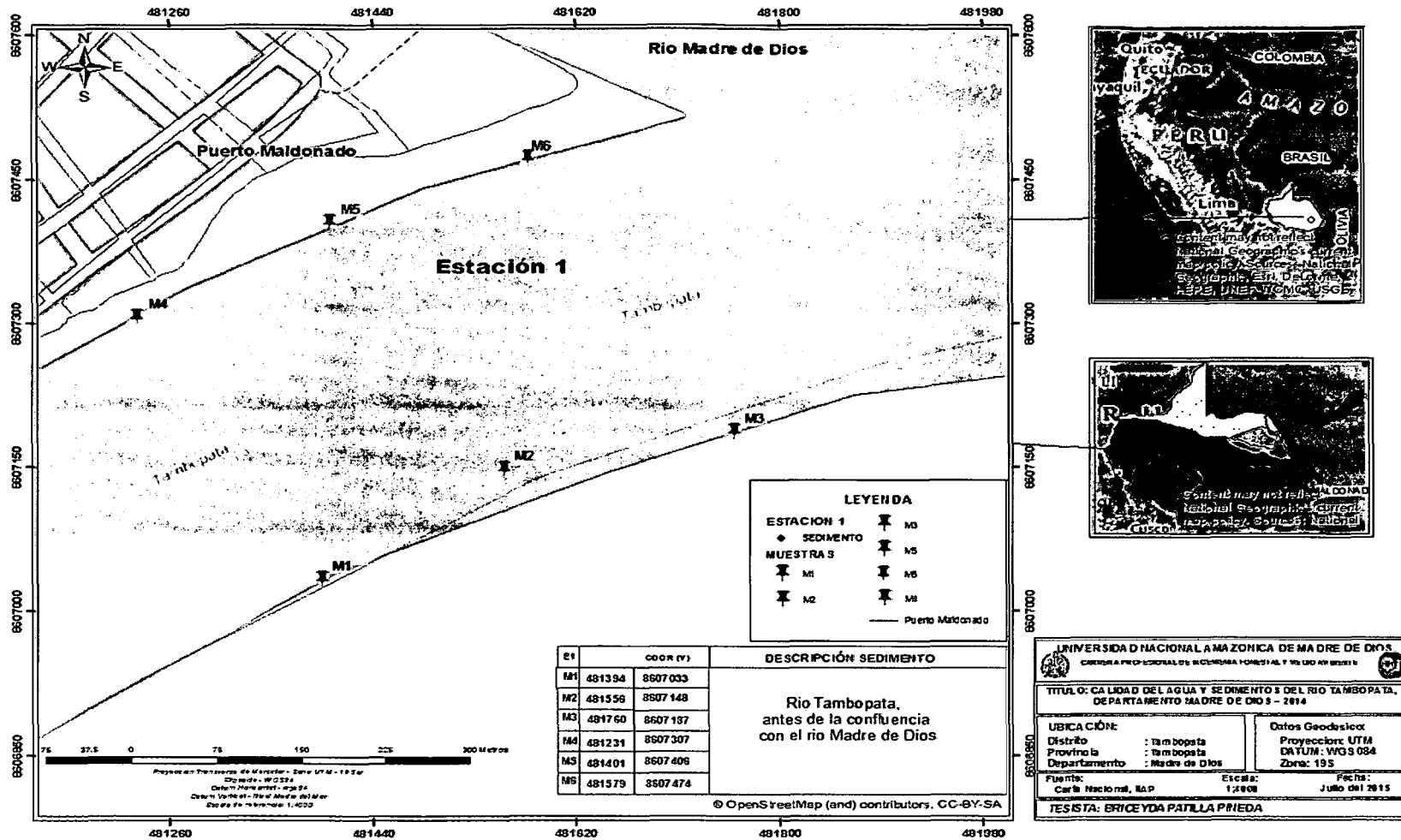
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 3. Mapa de distribución para la toma de muestras de agua superficial.



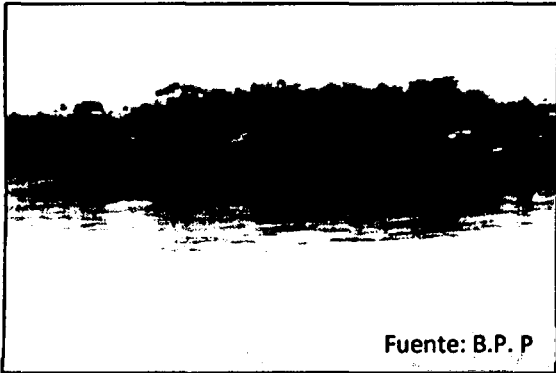
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 4. Mapa de distribución para la toma de muestras de Sedimento.

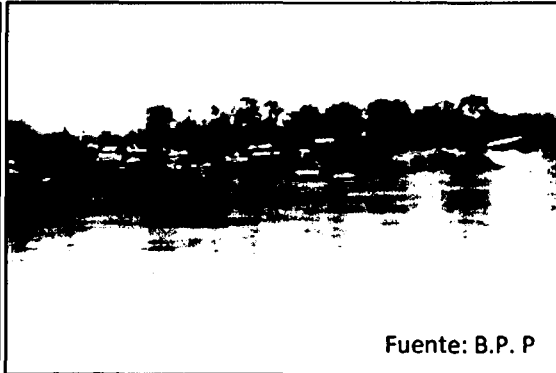


Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 5. Registro fotográfico del estudio en el río Tambopata.



Fuente: B.P. P



Fuente: B.P. P

Foto 1: Reconocimiento del área de estudio

Foto 2: Ubicación de los puntos a muestrear



Foto 3: Ingresando al puesto de control Malinowsky.



Foto 4: Puesto de control de Malinowsky



Foto 5: Presentando el documento de autorización para el ingreso a la Reserva nacional de Tambopata.



Foto 6: Arribando hacia el lugar donde se tomaran las muestras de agua y sedimentos.



Foto 7: Rotulando los frascos con su respectivo código para la toma de muestras de agua.

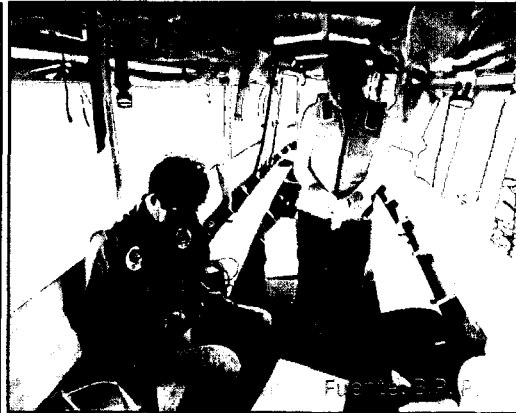


Foto 8: Colocando los guantes para evitar posibles derrames de sustancias químicas y prevenir el contacto directo con el frasco. Siguiendo el protocolo de ANA.

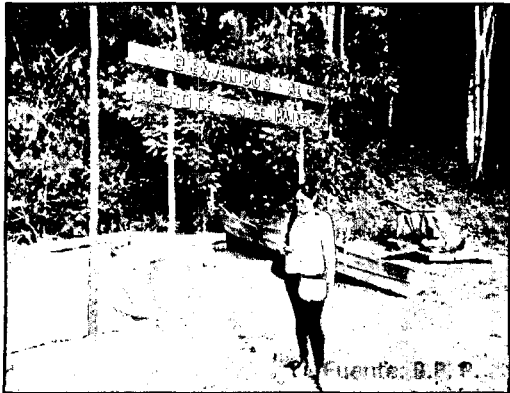


Foto 9: Tomando los puntos GPS en el lugar donde se colectaran las muestras de aguas y sedimentos.



Foto 10: Tomando los parámetros físicos del agua con el equipo multiparámetro.

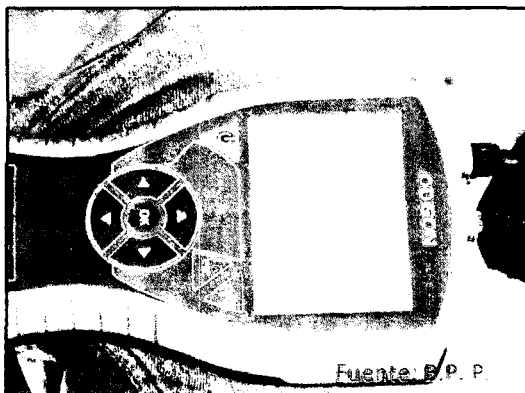


Foto 11: El equipo en el cual se visualiza los datos de los parámetros físicos del agua.



Foto 12: Toma de datos en el formato de los puntos GPS y parámetros físicos del agua.

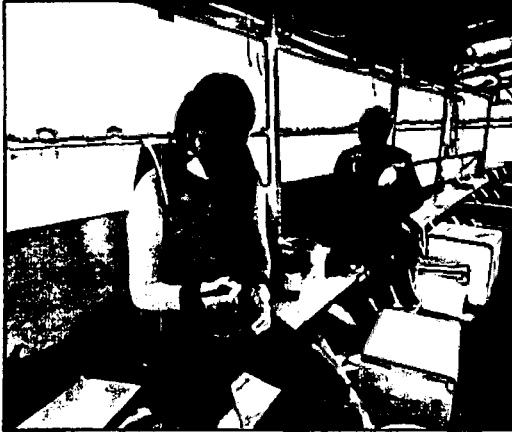


Foto 13: Codificando el frasco para luego tomar la muestra para el análisis bacteriológico.



Foto 14: Tomando la muestra de agua del río para el análisis bacteriológico.

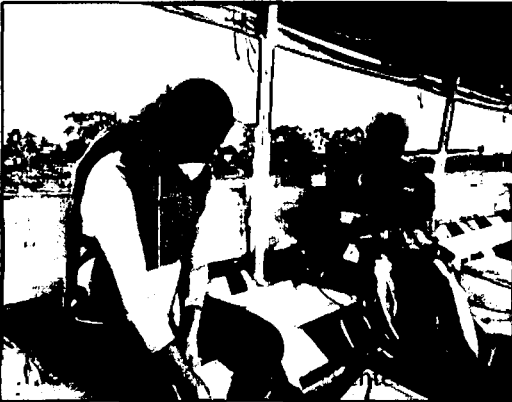


Foto 15: Embalando con cinta aislante la tapa del frasco (bacteriológico) para evitar posibles derrames.



Foto 16: Codificando el frasco para luego tomar la muestra para el análisis de Aceites v Grasas.



Foto 17: Se procede a tomar la muestra sin necesidad de hacer un enjuague ya que el frasco contiene sustancias químicas para preservar la muestra de agua.

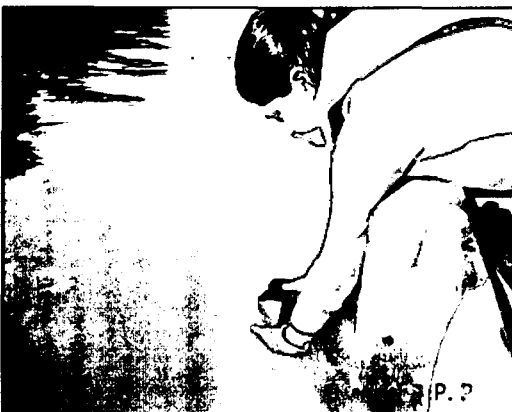
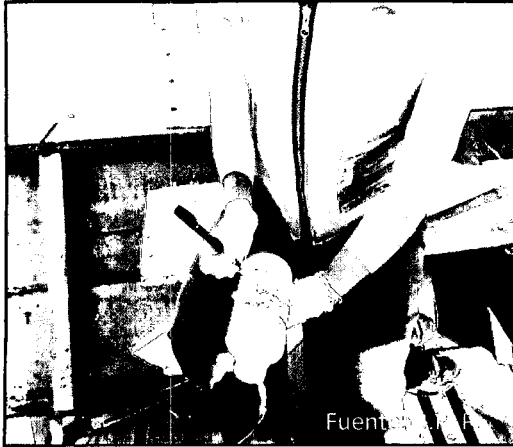


Foto 18: La muestra de agua es tomada a la superficie del río para el análisis de Aceites y Grasas.



Fuente: B.P.P.

Foto 19: Codificando el frasco para la toma de muestra de agua de Nitratos y Fosfatos



Fuente: B.P.P.

Foto 20: Se procede a tomar la muestra enjuagando el frasco por 3 veces y la siguiente se toma la muestra.



Fuente: B.P.P.

Foto 21: Toma de muestras de agua para el análisis del Mercurio.



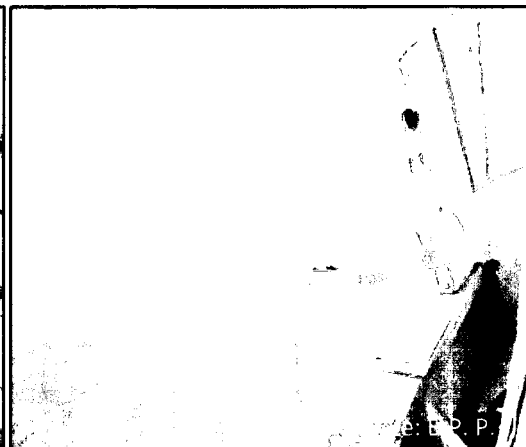
Fuente: B.P.P.

Foto 22: Se procede a tomar la muestra sin necesidad de hacer un enjuague ya que el frasco contiene sustancias químicas para preservar la muestra de agua. (Mercurio)



Fuente: B.P.P.

Foto 23: La muestra de agua es tomada de 20 a 50 cm de profundidad.



Fuente: B.P.P.

Foto 24: Muestra de agua para el análisis de Mercurio.



Foto 25: Bolsas para tomar muestras de sedimentos de río.

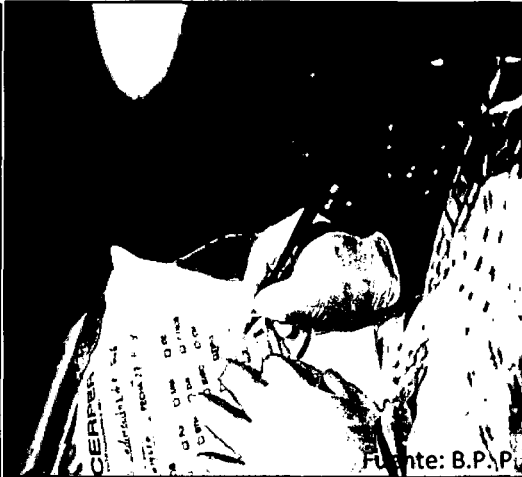


Foto 26: Codificando las bolsas para tomar muestras de sedimento del río Tambopata. Fuente: B.P.P.



Foto 27: Tomando muestras de agua de sedimentos de río.



Foto 28: pesando las muestras de sedimentos de río.



Foto 29: Entregando las muestras de agua para el análisis bacteriológico.



Foto 30: Laboratorio de EMAPAT.

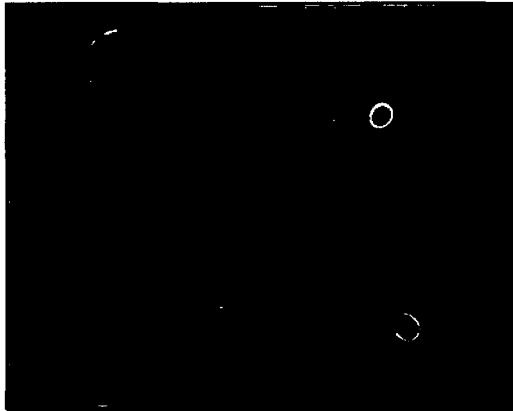


Foto 31: Muestras de agua del rio Tambopata para él envió al laboratorio de CERPER.



Foto 32: Muestras de agua para el análisis de Mercurio, Nitratos, Fosfatos y Aceites y Grasas.

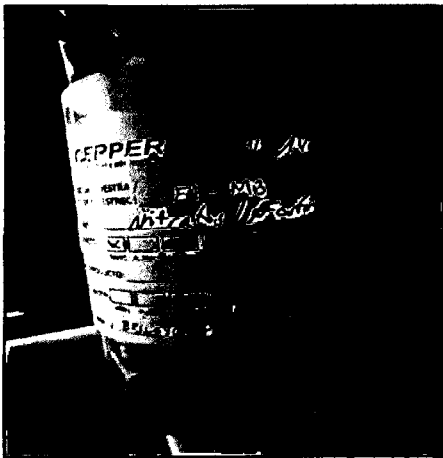


Foto 33: Frasco con muestra de agua del rio para el análisis de Nitratos y Fosfatos.

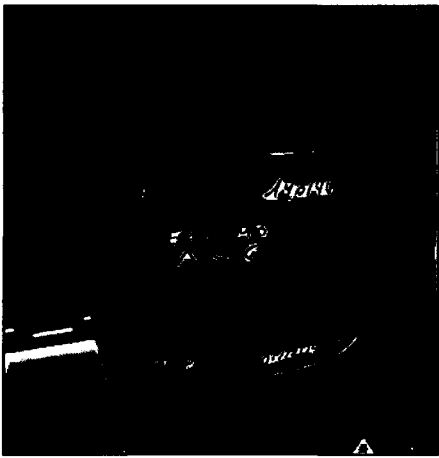


Foto 34: Frasco con muestra de agua del rio para el análisis de Aceites y Grasas.



Foto 35: Muestras de agua para el análisis de aceites y grasas listo para ser enviado al laboratorio de CERPER.

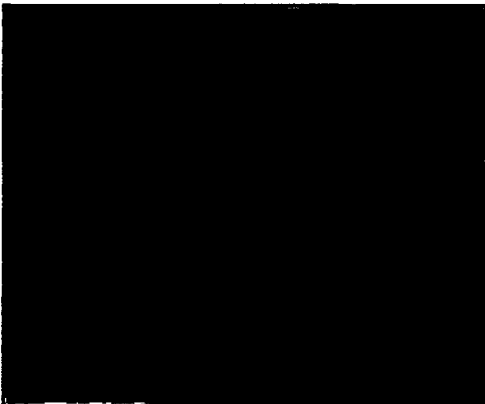


Foto 36: Muestras de agua para el análisis de Nitratos, fosfatos y Mercurio listo para ser enviado al laboratorio de CERPER.

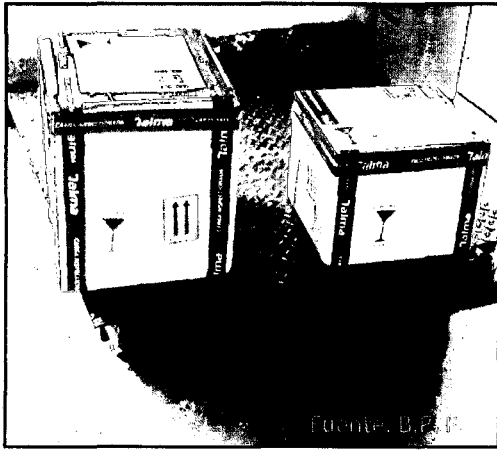


Foto 37: Envío de muestras al laboratorio de CERPER.

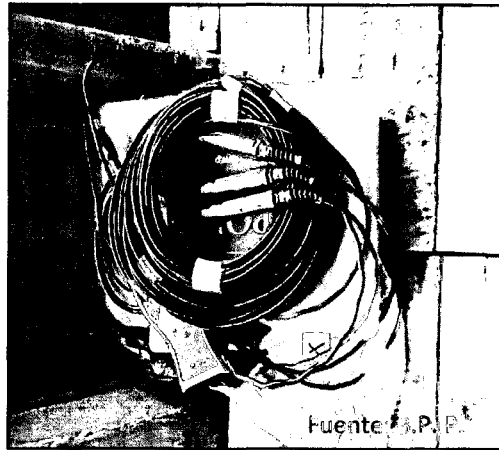


Foto 38: Equipo Multiparámetro con la cual se tomó los parámetros físicos del agua (OD, pH, conductividad y turbiedad)

Anexo 6. Cuadro de Norma Peruana aplicable para calidad de agua en ríos de selva (D.S. N° 002-2008-MINAM).

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amomiacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	----
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	----
Clorofila A	mg/L	10	----	----	----	----
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		----	----
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	----	----	----	----	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100ml.)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100ml.)	2 000	3 000		2 000	

NTA : Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

duresa: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrato (NO)

amonio: Como NH3 no ionizado

AP/100 mL: Número más probable de 100 mL

ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de limos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

Anexo 7. Imagen de cuadro de la Agencia para la Protección Ambiental (EPA) aplicables para calidad de agua.

Water Quality Criteria Summary

Note: This chart is for general information; please use criteria documents or detailed summaries in "Quality Criteria for Water 1985" for regulatory purposes.

	CONCENTRATIONS IN $\mu\text{g/L}$						UNITS PER LITER			Date Reference	# of States With Aquatic Life Standard
	Priority Pollutant	Carcinogen	Fresh Acute Criteria	Fresh Chronic Criteria	Marine Acute Criteria	Marine Chronic Criteria	Water and Fish Ingestion	Fish Consumption Only	Drinking Water M.C.L.		
ACENAPHTHENE	Y	N	*1,700.	*520.	*970.	*710.				1980 FR	1
ACROLEIN	Y	N	*86.	*21.	*55.		320. μg	780. μg		1980 FR	1
ACRYLONITRILE	Y	Y	*7,550.	*2,600.			0.068 μg **	0.65 μg **		1980 FR	1
ALDRIN	Y	Y	3.0		1.3		0.074 ng **	0.078 ng **		1980 FR	16
ALKALINITY	N	N		20,000.						1976 RB	
AMMONIA	N	N								1985 FR	24
ANTIMONY	Y	N	*9,000.	*1,800.			145. μg	45,000. μg		1980 FR	1
ARSENIC	Y	Y					2.2 ng **	17.5 ng **	0.05 mg	1980 FR	21
ARSENIC (PENT)	Y	Y	*850.	*48.	*2,319.	*13.				1985 FR	21
ARSENIC (TRI)	Y	Y	380.	180.	69.	36.				1985 FR	21
ASBESTOS	Y	Y								1985 FR	21
BACTERIA	N	N					30 cfu/L **		<1/100 ml	1980 FR	56
BARIUM	N	N					1. mg		1.0 mg	1976 RB	6
BENZENE	Y	Y	*5,300.		*5,100.	*700.	0.86 μg **	40. μg **		1980 FR	1
BENZONINE	Y	Y	*2,500.				0.12 ng **	0.53 ng **		1980 FR	6
BERYLLIUM	Y	Y	*130.	*5.3			6.8 ng **	117. ng **		1980 FR	8
BHC	Y	N	*100.		*0.34					1980 FR	1
CADMIUM	Y	N	3.9 -	1.1 -	43.	9.3	10. μg		0.010 mg	1985 FR	21
CARBON TETRACHLORIDE	Y	Y	*35,200.		*50,000.		0.4. μg **	6.94. μg **		1980 FR	1
CHLORDANE	Y	Y	2.4	0.0043	0.09	0.004	0.46 ng **	0.48 ng **		1980 FR	12
CHLORINATED BENZENES	Y	Y	*250.	*50.	*160.	*129.				1980 FR	1
CHLORINATED NAPHTHALENES	Y	N	*1,800.		*7.5					1980 FR	1
CHLORINE	N	N	19.	11.	13.	7.5				1985 FR	21
CHLOROALKYL ETHERS	Y	N	*238,000.							1980 FR	1
CHLOROETHYL ETHER (BIS-2)	Y	Y					0.03 μg **	1.36 μg **		1980 FR	1
CHLOROFORM	Y	Y	*29,900.	*1,240.			0.18 μg **	15.7 μg **		1980 FR	1
CHLORISOPROPYL ETHER (BIS-2)	Y	N					34.7 μg	4.36 mg		1980 FR	1
CHLOROMETHYL ETHER (BIS)	N	Y					0.0000037 mg **	0.00194 μg **		1980 FR	1
CHLOROPHENOL 2	Y	N	*4,300.	*2,000.						1980 FR	1
CHLOROPHENOL 4	N	N			*29,700.					1980 FR	1
CHLOROPHENOXY HERBICIDES (2,4,5,-TP)	N	N					10. μg			1980 FR	1
CHLOROPHENOXY HERBICIDES (2,4-O)	N	N					100. μg			1976 RB	7
CHLOROPYRIFOS	N	N	0.083	0.041	0.011	0.0056				1985 FR	1
CHLORO-4 METHYL-3 PHENOL	N	N	*30.							1980 FR	24
CHROMIUM (HEX)	Y	N	16.	11.	1,100.	50.	50. μg		0.05 mg	1985 FR	24
CHROMIUM (TRI)	N	N	1,700. +	210. +	*10,300.		170. μg	3,433. ng	0.05 mg	1985 FR	24
COLOR	N	N								1976 RB	
COPPER	Y	N	16. +	12. +	2.9	2.9				1985 FR	20
CYANIDE	Y	N	22.	5.2	1.	1.	200. μg			1985 FR	23
DDE	Y	Y	1.1	0.001	0.13	0.001	0.024 ng **	0.024 ng **		1980 FR	16
DDE METABOLITE (DDE)	Y	Y	*1,050.		*14.					1980 FR	1
DDE METABOLITE (TDE)	Y	Y	*0.05		*3.6					1980 FR	1
DEMETON	Y	N		0.1		0.1				1976 RB	1
DIBUTYL PHTHALATE	Y	N					35. mg	154. mg		1980 FR	1
DICHLOROBENZENES	Y	N	*1,120.	*763.	*1,970.		400. μg	2.6 mg		1980 FR	1
DICHLOROBENZENE	Y	Y					0.01 μg **	0.020 μg **		1980 FR	1
DICHLOROETHANE 1,3	Y	Y	*118,000.	*20,000.	*113,000.		0.84 μg **	243. μg **		1980 FR	1
DICHLOROETHYLENES	Y	Y	*11,600.		*224,000.		0.633 μg **	1.85 μg **		1980 FR	1
DICHLOROPHENOL 2,4	N	N	*2,020.	*365.			3.0 mg			1980 FR	1
DICHLOROPROPANE	Y	N	*23,000.	*5,700.	*10,300.	*3,040.				1980 FR	1
DICHLOROPROPENE	Y	N	*6,060.	*244.	*790.		87. μg	14.1 mg		1980 FR	1
DIELDRIN	Y	Y	2.5	0.0019	0.71	.0019	0.071 ng **	0.076 ng **		1980 FR	16
DIETHYL PHTHALATE	Y	N					350. mg	1.8 g		1980 FR	1
DMETHYL PHENOL 2,4	Y	N	*2,120.							1980 FR	1
DMETHYL PHTHALATE	Y	N					313. mg	2.9 g		1980 FR	1
DMITROTOLUENE 2,4	N	Y					0.11 μg **	9.1 μg **		1980 FR	1
DMITROTOLUENE	Y	N					70. μg	14.3 mg		1980 FR	1
DMITROTOLUENE	N	Y	*330.	*230.	*580.	*370.				1980 FR	1
DMITRO-O-CRESOL 2,4	Y	N					13.4 μg	765. μg		1980 FR	1
DIOXIN (2,3,7,8-TCDD)	Y	Y	*0.01	*0.00001			0.000013 ng **	0.000014 ng **		1984 FR	1
DIPHENYLHYDRAZINE	Y	N					42. ng **	0.56 μg **		1980 FR	1
DIPHENYLHYDRAZINE 1,3	Y	N	*270.							1980 FR	1
DIPYRYLIMPEVI PHTHALATE	Y	N					15. mg	50. mg		1980 FR	1

ENDOSULFAN	Y	N	0.22	0.056	0.034	0.0087	74.µg	159.µg		1980 FR	10	
ENDRIN	Y	N	0.18	0.0023	0.037	0.0023	1.µg		0.0002mg	1980 FR	18	
ETHYLENE	Y	N	*32,000.		*430.		1.4mg	3.20mg		1980 FR		
FLUORANTHENE	Y	N	*3,900.		*40.	*16.	42.µg	54.µg		1980 FR	1	
GASES, TOTAL DISSOLVED	N	N	NARRATIVE STATEMENT—SEE DOCUMENT								1978 RB	
GUTHRON	N	N		0.01		0.01				1978 RB	8	
HALOETHERS	Y	N	*360.	*122.						1980 FR		
HALONETHANES	Y	Y	*11,000.		*12,000	*8,400.	0.16µg**	15.7µg**		1980 FR		
HEPTACHLOR	Y	Y	0.52	0.0038	0.053	0.0038	0.25µg**	0.27µg**		1980 FR	12	
HEXACHLOROETHANE	N	Y	*980.	*540.	*940.		1.9µg	6.74µg		1980 FR	1	
HEXACHLOROBENZENE	Y	N					0.72µg**	0.74µg**		1980 FR		
HEXACHLOROBUTADIENE	Y	Y	*80.	*9.3	*32.		0.45µg**	50.µg**		1980 FR	2	
HEXACHLOROCYCLOHEXANE (LINDANE)	Y	Y	2.0	0.08	0.16				0.004mg	1980 FR	12	
HEXACHLOROCYCLOHEXANE-ALPHA	Y	Y					8.2µg**	31.7µg**		1980 FR		
HEXACHLOROCYCLOHEXANE-BETA	Y	Y					16.3µg**	54.7µg**		1980 FR		
HEXACHLOROCYCLOHEXANE-GAMA	Y	Y					16.6µg**	62.5µg**		1980 FR		
HEXACHLOROCYCLOHEXANE-TECHNICAL	Y	Y					12.3µg**	41.4µg**		1980 FR		
HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE	Y	N	*7.	*5.2	*7.		205.µg			1980 FR	3	
IRON	N	N		1,000.			0.3mg			1978 RB	18	
ISOPHORONE	Y	N	*117,000.		*12,900.		5.2mg			1980 FR		
LEAD	Y	N	82.+	3.2+	140.	8.8	80.µg	630.µg	0.06mg	1985 FR	20	
MALATHION	N	N		0.1		0.1				1978 RB	7	
MANGANESE	N	N					50.µg	100.µg		1978 RB	7	
MERCURY	Y	N	2.4	0.012	2.1	0.025	144.µg	148.µg	0.002mg	1985 FR	17	
METHOXYCHLOR	N	N		0.03		0.03	100.µg		0.1mg	1978 RB	12	
MIREX	N	N		0.001		0.001				1978 RB	7	
MONOCHLOROBENZENE	Y	N					488.µg			1980 FR		
NAPHTHALENE	Y	N	*2,300.	*620.	*2,360.					1980 FR	1	
NICKEL	Y	N	1,400.+	180.+	75	8.3	13.4µg	100.µg		1986 FR	10	
NITRATES	N	N					10.µg		10.µg	1978 RB	5	
NITROBENZENE	Y	N	*27,000.		*8,880.		18.8mg			1980 FR	1	
NITROPHENOLS	Y	N	*230.	*150.	*4,850.					1980 FR	1	
NITROSAMINES	Y	Y	*5,850.		*3,300,000					1980 FR	1	
NITRODIBUTYLAMINE N	Y	Y					6.4µg**	587.µg**		1980 FR		
NITRODIETHYLAMINE N	Y	Y					0.8µg**	1,240.µg**		1980 FR		
NITRODIETHYLAMINE N	Y	Y					1.4µg**	18,000.µg**		1980 FR		
NITRODIPHENYLAMINE N	Y	Y					4,900.µg**	18,100.µg**		1980 FR		
NITRODIPYRROLIDINE N	Y	Y					16.µg**	81,800.µg**		1980 FR		
OIL AND GREASE	N	N	NARRATIVE STATEMENT—SEE DOCUMENT								1978 RB	56
OXYGEN DISSOLVED	N	N	WARMWATER AND COLDWATER CRITERIA MATRIX—SEE DOCUMENT								1986 FR	56
PARATHION	N	N	0.065	0.013						1986 FR	8	
PCB'S	Y	Y	2.0	0.014	10	0.03	0.079µg**	0.079µg**		1980 FR	16	
PENTACHLORINATED ETHANES	N	N	*7,240.	*1,100.	*380.	*281.				1980 FR	1	
PENTACHLOROBENZENE	N	N					74.µg	65.µg		1980 FR		
PENTACHLOROPHENOL	Y	N	**20.	**13.	13.	7.9	1.01mg			1986 FR	2	
PHENOL	N	N		6.5-9		6.5-8.5				1978 RB	56	
PHENOL	Y	N	*10,200.	*2,560.	*5,800.		3.5mg			1980 FR	23	
PHOSPHORUS ELEMENTAL	N	N				0.1				1978 RB		
PHthalate ESTERS	Y	N	*940.	*3.	*2,944.	*3.4				1980 FR	8	
POLYNUCLEAR AROMATIC HYDROCARBONS	Y	Y			*300.		2.8µg**	31.1µg**		1980 FR	1	
SELENIUM	Y	N	280.	35.	410.	84.	10.µg		0.01mg	1980 FR	15	
SILVER	Y	N	4.1+	0.12	2.3		50.µg		0.06mg	1980 FR	14	
SOLIDS DISSOLVED AND SALINITY	N	N					250.µg			1978 RB	56	
SOLIDS SUSPENDED AND TURBIDITY	N	N	NARRATIVE STATEMENT—SEE DOCUMENT								1978 RB	44
SULFIDE-HYDROGEN SULFIDE	N	N		2.		2.				1978 RB		
TEMPERATURE	N	N	SPECIES DEPENDENT CRITERIA—SEE DOCUMENT								1978 RB	88
TETRACHLORINATED ETHANES	Y	N	*9,320.							1980 FR		
TETRACHLOROBENZENE 1,2,4,5	Y	N		*2,400.	*9,020.		36.µg	48.µg		1980 FR		
TETRACHLOROETHANE 1,1,2,2	Y	Y					0.17µg**	10.7µg**		1980 FR	1	
TETRACHLOROETHANES	Y	N	*9,320.							1980 FR	1	
TETRACHLOROETHYLENE	Y	Y	*5,280.	*840.	*10,200.	*460.	0.8µg**	6.85µg**		1980 FR	1	
TETRACHLOROPHENOL 2,3,6,7	Y	N			*440.					1980 FR		
THALAM	Y	N	*1,400.	*40.	*2,130.		13.µg	48.µg		1980 FR	2	
TOLUENE	Y	N	*17,500.		*6,300.	*5,000.	14.3µg	424.µg	0.006mg	1980 FR	1	
TRIPHENYLENE	Y	Y	0.73	0.0002	0.21	0.0002	0.71µg**	0.73µg**		1986 FR	17	
TRICHLORINATED ETHANES	Y	Y	*18,000.							1980 FR		
TRICHLOROETHANE 1,1,1	Y	N			*31,200.		16.4µg	1.00µg		1980 FR	1	
TRICHLOROETHANE 1,1,2	Y	Y		*9,400.			0.6µg**	41.8µg**		1980 FR	1	
TRICHLOROETHYLENE	Y	Y	*46,000.	*21,900.	*2,000.		2.7µg**	80.7µg**		1980 FR	1	
TRICHLOROPHENOL 2,4,6	N	N					2,800.µg			1980 FR		
TRICHLOROPHENOL 2,4,6	Y	Y		*970.			1.2µg**	3.6µg**		1980 FR		
TRICHLOROPHENOL 2,4,6	Y	Y					2.µg**	525.µg**		1980 FR		
TRICHLORIDE	Y	N	120.+	110.+	86	86				1987 FR	19	

g = grams
mg = milligrams
µg = micrograms
ng = nanograms

M.C.L. - MAXIMUM
CONTAMINANT LEVEL

Y = YES
N = NO

+ = Hardness Dependent Criteria (100 mg/L used)

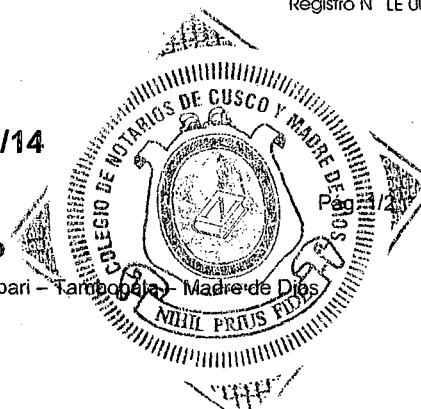
* = Insufficient Data to Develop Criteria.
Value Presented is the L.O.E.L. - Lowest Observed Effect Level.

** = Human Health Criteria For Carcinogens Reported For Three
Risk Levels. Value Presented is the 10-6 Risk Level.

** = pH Dependent Criteria (7.8 pH used)

FR = FEDERAL REGISTER
RB = QUALITY CRITERIA
FOR WATER, 1976
(REDBOOK)

Anexo 8. Resultados de análisis de parámetros químicos, microbiológicos del agua y parámetros de metales pesados de sedimentos.

INFORME DE ENSAYO N° 3-23135/14


Solicitante : **AS CIV SIN FINES LUCRO SERV EDU HUARAYO**
 Domicilio Legal : Calle Francisco Bolognesi s/n Cas. Mazuco – Inambari – Tambopata – Madre de Dios
 Producto Declarado : **AGUA SUPERFICIAL**
 Cantidad recibida : 06 muestras x 12 L aprox.
Muestra proporcionada por el Solicitante
 Forma de Presentación : En frascos de plástico, cerrados, preservados
 Identificación de la muestra : Según se indica
 Fecha de Recepción : 2014 – 12 – 04
 Fecha de Inicio del ensayo : 2014 – 12 – 04
 Fecha de Término del ensayo : 2014 – 12 – 09
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificado con : **H/S 14014610 (20463)**
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra presentada.

DOY FE Que esta Fotocopia es igual al documento original que tuve a la vista
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS

07 MAR 2016

GAVIN A. RIOS PICKMANN
 ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA
 N° 15 CNCMD

Datos proporcionados por el Cliente:

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
E1 / M1 AS	8607110	0481571
E1 / M2 AS	8607148	0481556
E1 / M3 AS	8607165	0481483
E1 / M4 AS	8607231	0481467
E1 / M5 AS	8607361	0481426
E1 / M6 AS	8607406	0481401

Ensayos	Muestras / Resultados					
	E1 / M1 AS	E1 / M2 AS	E1 / M3 AS	E1 / M4 AS	E1 / M5 AS	E1 / M6 AS
Aceites y Grasas (mg/L) (LD: 0,50 mg/L)	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfatos (mg/L) (LD: 0,006 mg/L)	0,025	0,035	0,034	0,034	0,023	0,031
Mercurio (mg/L) (LD: 0,0001 mg/L)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nitratos (mg/L) (LD: 0,044 mg/L)	0,610	0,451	0,504	0,466	0,402	0,489

LD: Límite de detección


CALLAO

Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

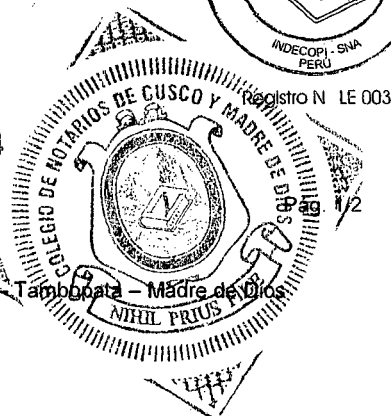
CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

INFORME DE ENSAYO N° 3-20369/14



Solicitante : **AS CIV SIN FINES LUCRO SERV EDU HUARAYO**
 Domicilio Legal : Calle Francisco Bolognesi s/n Cas. Mazuco – Inambari – Tambopata – Madre de Dios
 Producto Declarado : **AGUA SUPERFICIAL**
 Cantidad recibida : 12 muestras x 18 L aprox.
Muestra proporcionada por el Solicitante
 Forma de Presentación : En frascos de plástico, cerrados, preservados
 Identificación de la muestra : Según se indica
 Fecha de Recepción : 2014 – 10 – 24
 Fecha de Inicio del ensayo : 2014 – 10 – 24
 Fecha de Término del ensayo : 2014 – 10 – 29
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificado con : **N/S 14014610 (17767)**
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

DOY FE Que esta Fotocopia es igual al documento original que tuve a la vista
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS

07 MAR 2015

GAVIN A. RIOS PICKMANN
ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA
N° 15 CENCMD

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
E2 – M1 - AS	444209	8572468
E2 – M2 - AS	444177	8572462
E2 – M3 - AS	444145	8572470
E2 – M4 - AS	444115	8572447
E2 – M5 - AS	444075	8572440
E2 – M6 - AS	444051	8572459
E3 – M1 - AS	0442969	8568105
E3 – M2 - AS	0442980	8568073
E3 – M3 - AS	0442957	8568046
E3 – M4 - AS	0442963	8567998
E3 – M5 - AS	0442876	8567974
E3 – M6 - AS	0442905	8567958

Ensayos	Muestras / Resultados					
	E2 – M1 - AS	E2 – M2 - AS	E2 – M3 - AS	E2 – M4 - AS	E2 – M5 - AS	E2 – M6 - AS
Aceites y Grasas (mg/L) (LD: 0,50 mg/L)	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfatos (mg/L) (LD: 0,006 mg/L)	0,016	0,034	0,029	0,019	0,032	0,015
Mercurio (mg/L) (LD: 0,0001 mg/L)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nitratos (mg/L) (LD: 0,044 mg/L)	0,142	0,297	0,271	0,313	0,385	0,119

LD: Límite de detección



INFORME DE ENSAYO N° 3-20369/14

Ensayos	Muestras / Resultados					
	E3 - M1 - AS	E3 - M2 - AS	E3 - M3 - AS	E3 - M4 - AS	E3 - M5 - AS	E3 - M6 - AS
Aceites y Grasas (mg/L) (LD: 0,50 mg/L)	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfatos (mg/L) (LD: 0,006 mg/L)	0,041	0,008	0,009	0,022	0,042	0,004
Mercurio (mg/L) (LD: 0,0001 mg/L)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Nitratos (mg/L) (LD: 0,044 mg/L)	0,432	0,428	0,205	0,218	0,826	0,112

LD: Límite de detección

Métodos:

Aceites y grasas: EPA Method 1664, Revision B 2010 n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

Fosfatos: SMEWW-APHA AWWA-WEF, Part 4500-P E, 22 nd Ed. 2012 Phosphorus. Ascorbic Acid Method.

Nitratos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO₃⁻ E, 22 nd Ed. 2012 Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method.

Mercurio: SMEWW-APHA AWWA-WEF. PART 3112 B, 22 nd Ed. 2012. PART 3112 B. Metals by col-vapor atomic absorption spectrometry.

OBSERVACIONES

Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestros laboratorios sobre muestras tomadas por el Organismo de Inspecciones de CERPER S.A. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

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

Callao, 05 de Noviembre del 2014
JA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

Gloria Reyes Robles
QUIM. GLORIA REYES-ROBLES
C.O.P. N° 400
SUBGERENTE DE LABORATORIOS

DOY FE Que esta Fotocopia es igual al
documento original que tuve a la vista
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS

07 MAR 2016

Gavina Rios Pickmann
GAVINA RIOS PICKMANN
ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA
INS. N° 15 CNCMD

CALLAO

Oficina Principal

Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Civico

Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 3-23135/14

Métodos:

Aceites y grasas: EPA Method 1664, Revision B 2010 n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

Fosfatos: SMEWW-APHA AWWA-WEF, Part 4500-P E, 22 nd Ed.2012 Phosphorus. Ascorbic Acid Method.

Nitratos: SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 4500-NO3 E, 22 nd Ed.2012 Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method NH₄ PRUS FIDE.

Mercurio: SMEWW-APHA AWWA-WEF.PART 3112 B,22 nd Ed.2012.PART 3112 B. Metals by col-vapor atomic absorption spectrometry.

OBSERVACIONES

Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestros laboratorios sobre muestras tomadas por el Organismo de Inspecciones de CERPER S.A.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 16 de Diciembre del 2014
KC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

BOY FE Que esta Fotocopia es igual al
documento original que tiene a la vista
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS

07 MAR 2016

GAVIN A. RIOS PICKMANN
ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA
INS. N° 15 CNCMD

"EL USO IMPROPIO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO

Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Civico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

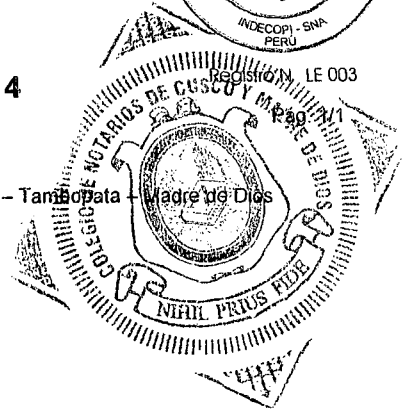
PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com



INFORME DE ENSAYO N° 3-23307/14

Solicitante : **AS CIV SIN FINES LUCRO SERV EDU HUARAYO**
 Domicilio Legal : **Calle Francisco Bolognesi s/n Cas. Mazuco - Inambari - Tambopata**
 Producto declarado : **SEDIMENTO DE RIO**
 Cantidad de muestra para ensayo : **06 muestras x 700 g c/u**
Muestra proporcionada por el Solicitante
 Forma de Presentación : **En bolsas de polietileno, cerradas.**
 Identificación de la muestra : **según se indica**
 Fecha de Recepción : **2014 - 12 - 04**
 Fecha de Inicio del ensayo : **2014 - 12 - 04**
 Fecha de Término del ensayo : **2014 - 12 - 11**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Ambiental**
 Identificado con : **H/S 14014610 (20464)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**



DOY FE. Que esta Fotocopia es igual al documento original que tuve a la vista
PITO MALDONADO MADRE DE DIOS

GAVIN A. RIOS PICKMANN
 ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA
 INS. N° 15 CNCMD

Datos proporcionados por el Cliente:

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
E1/M1 SR	8607033	0481394
E1/M2 SR	8607110	0481571
E1/M3 SR	8607187	0481760
E1/M4 SR	8607308	0481231
E1/M5 SR	8607361	0481426
E1/M6 SR	8607474	0481579

Ensayos	Resultados					
	E1/M1 SR	E1/M2 SR	E1/M3 SR	E1/M4 SR	E1/M5 SR	E1/M6 SR
Cromo (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganeso (mg/kg) (LD: 0,025 mg/kg)	319,7	240,6	225,5	282,0	375,2	243,9
Hierro (mg/kg) (LD: 1,00 mg/kg)	16851	16542	17038	17591	17516	15808
Cobre (mg/kg) (LD: 0,030 mg/kg)	10,64	10,27	10,49	12,44	12,31	10,67
Zinc (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	42,15	40,45	39,40	41,10	39,21	40,12
Arsénico (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	3,647	< 0,050	2,912	4,264	< 0,050	< 0,050
Cadmio (mg/kg) (LD: 0,020 mg/kg)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Mercurio (mg/kg) (LD: 0,010 mg/kg)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Plomo (mg/kg) (LD: 0,020 mg/kg)	5,593	4,963	5,923	6,743	6,576	5,782

LD: Límite de detección

Método:

Cromo, Manganeso, Hierro, Cobre, Zinc, Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo: EPA 6020A Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

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

Callao, 17 de Diciembre del 2014
 KC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.C.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIO

CALLAO

Oficina Principal

Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

- INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE -

INFORME DE ENSAYO N° 3-20463/14

Solicitante : **AS CIV SIN FINES LUCRO SERV EDU HUARAYO**
 Domicilio Legal : Calle Francisco Bolognesi s/n Cas. Mazuco – Inambari – Tambopata – Madre de Dios
 Producto declarado : **SEDIMENTO DE RIO**
 Cantidad de muestra para ensayo : 12 muestras x 0,09 m² c/u
Muestra proporcionada por el Solicitante
 Forma de Presentación : En frascos de plástico cerrados y preservados.
 Identificación de la muestra : según se indica
 Fecha de Recepción : 2014 – 10 – 24
 Fecha de Inicio del ensayo : 2014 – 10 – 27
 Fecha de Término del ensayo : 2014 – 10 – 31
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificado con : **HIS 14014610**
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

DOY FE Que esta Fotocopia es igual al documento original que tuve a la vista
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS
 07 MAR 2016

GAYN A. RIOS PICKMANN
 ABOGADO NOTARIO DE TAMBOPATA
 INS. N° 15 CNCMD

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
E2 – M1 - SR	444116	8572112
E2 – M2 - SR	444209	8572468
E2 – M3 - SR	444222	8572762
E2 – M4 - SR	444103	8572042
E2 – M5 - SR	444067	8572459
E2 – M6 - SR	444051	8572732
E3 – M1 - SR	0443243	8567977
E3 – M2 - SR	0442969	8568105
E3 – M3 - SR	0442760	8568171
E3 – M4 - SR	0443169	8567828
E3 – M5 - SR	0442876	8567974
E3 – M6 - SR	0442659	8568023

Ensayos	Muestras / Resultados					
	E2 – M1 - SR	E2 – M2 - SR	E2 – M3 - SR	E2 – M4 - SR	E2 – M5 - SR	E2 – M6 - SR
Cromo (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganeso (mg/kg) (LD: 0,025 mg/kg)	163,5	253,9	335,4	271,0	301,1	549,3
Hierro (mg/kg) (LD: 1,00 mg/kg)	23 120	8 505	24 717	19 822	17 796	24 883
Cobre (mg/kg) (LD: 0,030 mg/kg)	9,748	2,814	13,85	11,01	10,05	15,31
Zinc (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	52,11	15,60	59,38	46,91	44,34	56,38
Arsénico (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Cadmio (mg/kg) (LD: 0,020 mg/kg)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Mercurio (mg/kg) (LD: 0,010 mg/kg)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Plomo (mg/kg) (LD: 0,020 mg/kg)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020

LD: Limite de detección



CALLAO

Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimboite
 T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO IMPROPIO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 3-20463/14

Ensayos	Muestras / Resultados					
	E3 - M1 - SR	E3 - M2 - SR	E3 - M3 - SR	E3 - M4 - SR	E3 - M5 - SR	E3 - M6 - SR
Cromo (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganeso (mg/kg) (LD: 0,025 mg/kg)	315,0	330,4	499,8	449,8	310,3	622,7
Hierro (mg/kg) (LD: 1,00 mg/kg)	21 043	22 141	21 049	22 275	22 047	25 002
Cobre (mg/kg) (LD: 0,030 mg/kg)	12,09	13,17	15,61	15,36	11,28	15,88
Zinc (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	50,44	50,58	52,99	51,10	49,48	60,36
Arsénico (mg/kg) (LD: 0,050 mg/kg)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Cadmio (mg/kg) (LD: 0,020 mg/kg)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Mercurio (mg/kg) (LD: 0,010 mg/kg)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Plomo (mg/kg) (LD: 0,020 mg/kg)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020

LD: Limite de detección

Método:

Cromo, Manganeso, Hierro, Cobre, Zinc, Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo: EPA 6020A Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry.

OBSERVACIONES

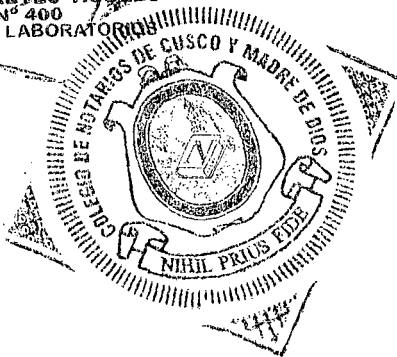
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

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

Callao, 05 de Noviembre del 2014
JA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

Gloria Reyes Robles
QUIM. GLORIA REYES ROBLES
C.Q.P. N° 400
SUBGERENTE DE LABORATORIOS



DOY FE Que esta Fotocopia es igual al documento original que tuve a la vista
PTO MALDONADO MADRE DE DIOS

07 MAR 2015

Gavin A. Rios Pickmann
GAVIN A. RIOS PICKMANN
ABOGADO NOTARIO DE TAMBORA I.A.
INS. N° 15 CNCMD

CALLAO

Oficina Principal

Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE

Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA

Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com

INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO
ANÁLISIS N° 075 - 2014

N° Pago : 69435,69436,69437,69438,69439,69440
Procedencia : Río Bajo Tambopata cerca confluencia Río MDD
Muestra : Agua de Río Tambopata
Solicitado por : BRICEYDA PATILLA PINEDA

DATOS DE RECEPCIÓN MUESTRA:

Muestra	Fecha Hora Muestreo	Fuente	Fecha Hora Ingreso Laboratorio	Fecha Análisis	Muestreado por
E1M1	01/12/14 05:31	Río Tambopata	01/12/14 09:35	01/12/14	Briceyda Patilla P.
E1M2	01/12/14 06:52	Río Tambopata	01/12/14 09:35	01/12/14	Briceyda Patilla P.
E1M3	01/15/14 06:40	Río Tambopata	01/12/14 09:35	01/12/14	Briceyda Patilla P.
E1M4	01/12/14 06:30	Río Tambopata	01/12/14 09:35	01/12/14	Briceyda Patilla P.
E1M5	01/12/14 06:20	Río Tambopata	01/12/14 09:35	01/12/14	Briceyda Patilla P.
E1M6	01/12/14 05:53	Río Tambopata	01/12/14 09:35	01/12/14	Briceyda Patilla P.

BACTERIOLÓGICO

Método Filtro de Membrana - Dilución X10⁻²

PARAMETRO	UND	RESULTADO					
		E1M1	E1M2	E1M3	E1M4	E1M5	E2M6
Coliformes Termotolerantes	N°col/100 ml muestra	300	100	200	100	800	1800
Coliformes Totales	N°col/100 ml muestra	700	200	600	300	1000	2100

OBSERVACION:

Puerto Maldonado, Diciembre 31 del 2014



EPS EMAPAT S.R.L.T.A.
Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento
Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
de Tambopata Sociedad de Responsabilidad Limitada

Ing. René Pucño Sulica
JEFE PLANTA DE PRODUCCION
REG. CIP. 70302

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO
ANÁLISIS N° 074 - 2014

N° Pago : 69428,69429,69430,69431,69432,69433
Procedencia : Rio Bajo Tambopata aguas abajo confluencia Malinosky
Muestra : Agua de Rio Tambopata
Solicitado por : BRICEYDA PATILLA PINEDA

DATOS DE RECEPCIÓN MUESTRA:

Muestra	Fecha Hora Muestreo	Fuente	Fecha Hora Ingreso Laboratorio	Fecha Análisis	Muestreado por
E2M1	22/10/14, 12:01	Rio Tambopata	22/10/14, 15:15	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E2M2	22/10/14, 12:20	Rio Tambopata	22/10/14, 15:15	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E2M3	22/10/14, 12:23	Rio Tambopata	22/10/14, 15:15	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E2M4	22/10/14, 12:32	Rio Tambopata	22/10/14, 15:15	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E2M5	22/10/14, 12:40	Rio Tambopata	22/10/14, 15:15	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E2M6	22/10/14, 11:41	Rio Tambopata	22/10/14, 15:15	22/10/14	Briceyda Patilla P.

BACTERIOLÓGICO

Método Filtro de Membrana - Dilución X10⁻²

PARAMETRO	UND	RESULTADO					
		E2M1	E2M2	E2M3	E2M4	E2M5	E2M6
Coliformes Termotolerantes	N°col/100 ml muestra	300	200	300	100	200	200
Coliformes Totales	N°col/100 ml muestra	600	700	1000	700	800	800

OBSERVACION:

Puerto Maldonado, Diciembre 31 del 2014



EPS EMAPAT S.R.L.TDA.
Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento
Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
de Tambopata Sociedad de Responsabilidad Limitada

Ing. Rene Picho Sulica
JEFE PLANTA DE PRODUCCION
REQ. CIP. 70382

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLOGICO
ANÁLISIS N° 073 - 2014

N° Pago : 69422,69423,69424,69425,69426,69427
Procedencia : Rio Tambopata Aguas arriba confluencia Malinosky
Muestra : Agua de Rio Tambopata
Solicitado por : BRICEYDA PATILLA PINEDA

DATOS DE RECEPCIÓN MUESTRA:

Muestra	Fecha Hora Muestreo	Fuente	Fecha Hora Ingreso Laboratorio	Fecha Análisis	Muestreado por
E3M1	22/10/14, 08:23	Rio Tambopata	22/10/14, 15:10	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E3M2	22/10/14, 10:20	Rio Tambopata	22/10/14, 15:10	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E3M3	22/10/14, 10:10	Rio Tambopata	22/10/14, 15:10	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E3M4	22/10/14, 09:43	Rio Tambopata	22/10/14, 15:10	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E3M5	22/10/14, 09:21	Rio Tambopata	22/10/14, 15:10	22/10/14	Briceyda Patilla P.
E3M6	22/10/14, 09:04	Rio Tambopata	22/10/14, 15:10	22/10/14	Briceyda Patilla P.

BACTERIOLÓGICO

Método Filtro de Membrana - Dilución X10⁻²

PARAMETRO	UND	RESULTADO					
		E3M1	E3M2	E3M3	E3M4	E3M5	E3M6
Coliformes Termotolerantes	N°col/100 ml muestra	100	300	0	100	100	100
Coliformes Totales	N°col/100 ml muestra	600	1100	700	1000	1100	200

OBSERVACION:

Puerto Maldonado, Diciembre 31 del 2014



EPS EMAPAT S.R.LTDA.
Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento
Empresa Municipal de Aguas Potables y Alcantarillado
de Tambopata Sociedad de Responsabilidad Limitada

Ing. Rana Pucho Sulca
JEFE PLANTA DE PRODUCCION
REG. CIP. 70382