



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**“EVALUACION DEL MONITOREO MULTITEMPORAL DE LAS
AGUAS RESIDUALES Y AGUAS SUPERFICIALES EN EL
ASTILLERO DEL SERVICIO INDUSTRIAL DE LA MARINA IQUITOS
(SIMAI) RÍO NANAY – LORETO - PERÚ”.**

Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques
Tropicales

Autor

PETTER ALEJANDRO GARCÍA FLORES

IQUITOS – PERÚ

2016



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 711

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **PETTER ALEJANDRO GARCIA FLORES**, titulada: **"EVALUACIÓN DEL MONITOREO MULTITEMPORAL DE LAS AGUAS RESIDUALES Y AGUAS SUPERFICIALES EN EL ASTILLERO DEL SERVICIO INDUSTRIAL DE LA MARINA IQUITOS (SIMAI) RIO NANAY - LORETO - PERÚ"** formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos

Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

APROBADO

BUENO


APTO

Iquitos, 20 de mayo 2016


Ing. JULIO ALFREDO VEGAS PISCOYA.
Presidente


Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.
Miembro


Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, M. Sc.
Miembro


Ing. MARLEN YARA PANDURO DEL AGUILA, M.Sc.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303


Tesis


**“EVALUACION DEL MONITOREO MULTITEMPORAL DE LAS
AGUAS RESIDUALES Y AGUAS SUPERFICIALES EN EL
ASTILLERO DEL SERVICIO INDUSTRIAL DE LA MARINA IQUITOS
(SIMAI) RÍO NANAY – LORETO - PERÚ”.**

(Aprobado el día 20 de Mayo del 2016 según Acta de Sustentación N° 711)

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR

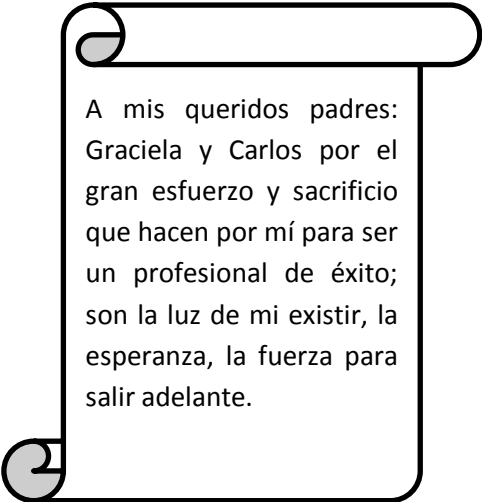

Ing. JULIO ALFREDO VEGAS PISCOYA
Presidente


Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.
Miembro

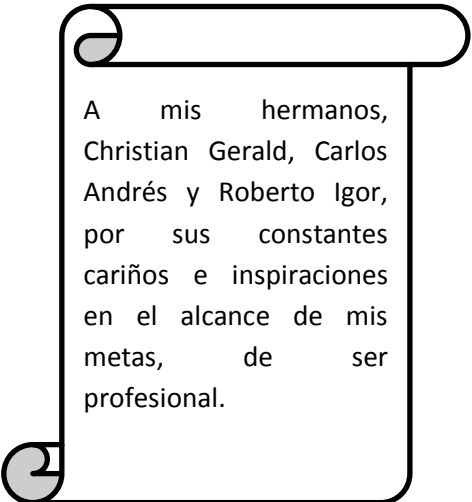

Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, M.Sc.
Miembro


Ing. MARLEN YARA PANDURO DEL AGUILA, M.Sc.
Asesor

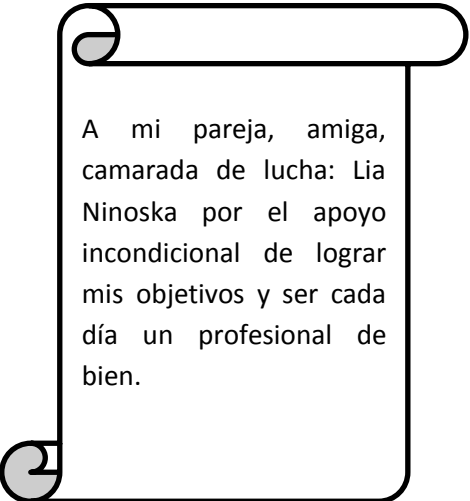
DEDICATORIA



A mis queridos padres:
Graciela y Carlos por el
gran esfuerzo y sacrificio
que hacen por mí para ser
un profesional de éxito;
son la luz de mi existir, la
esperanza, la fuerza para
salir adelante.



A mis hermanos,
Christian Gerald, Carlos
Andrés y Roberto Igor,
por sus constantes
cariños e inspiraciones
en el alcance de mis
metas, de ser
profesional.



A mi pareja, amiga,
camarada de lucha: Lia
Ninoska por el apoyo
incondicional de lograr
mis objetivos y ser cada
día un profesional de
bien.

AGRADECIMIENTO

- Al Servicio Industrial de la Marina Iquitos (SIMAI) – Jefatura de la Oficina del Gestión Integral (OGI), de quienes estoy infinitamente agradecido por el apoyo y la realización de la presente investigación de dicho astillero.
- A la Facultad de Ciencias Forestales, como muestra de gratitud por el apoyo brindado y el aporte científico en mi formación académica.
- A mi asesora Ing°. Marlen Yara Panduro del Águila y a su pareja el Ing°. Héctor, por apoyarme y guiarme en la elaboración de mi investigación.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. EL PROBLEMA	3
2.1. Descripción del problema	3
2.2. Definición del problema	4
III. HIPOTESIS	5
IV. OBJETIVOS	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivo general	6
V. VARIABLES	7
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	7
5.2. Operacionalización de las variables	8
VI. MARCO TEORICO	9
VII. MARCO CONCEPTUAL	32
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	41
8.1. Lugar de ejecución	41
8.1.1. Antecedentes de la empresa SIMA-IQUITOS	41
8.1.2. Hidrología	42
8.1.3. Clima	42
8.1.4. Precipitación y temperatura	42
8.2. Materiales y Equipos	43
8.3. Método	43
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	43
8.3.2. Población y muestra	44
8.3.3. Procedimientos	47
8.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	50
8.5. Técnica de presentación de resultados	50
IX. RESULTADOS	52
9.1. Aguas Residuales Domésticos	52
9.1.1. Potencial de Hidrogeno (pH)	52

9.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	53
9.1.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	54
9.1.4. Aceites y grasas	55
9.2. Aguas Superficiales	56
9.2.1. Potencial de Hidrogeno (pH)	56
9.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	57
9.2.3. Aceites y grasas	58
9.2.4. Conductividad	59
9.2.5. Cromo hexavalente	60
9.2.6. Fenoles	61
9.2.7. Hidrocarburo total de petróleo	62
9.2.8. Sulfuro	63
9.2.9. Arsénico total	64
9.2.10. Bario total	65
9.2.11. Cadmio total	66
9.2.12. Cobre total	67
9.2.13. Níquel total	68
9.2.14. Plomo total	69
9.2.15. Selenio total	70
9.2.16. Mercurio total	71
9.3. Importancia del impacto	72
9.3.1. Importancia del impacto aguas residuales	73
9.3.2. Importancia del impacto aguas superficiales	73
X. DISCUSION	74
10.1. Aguas Residuales Domésticos	74
10.2. Aguas Superficiales	75
10.3. Importancia del impacto	81
10.3.1. Importancia del impacto aguas residuales	84
10.3.1. Importancia del impacto aguas superficiales	84
XI. CONCLUSIÓN	85
XII. RECOMENDACIONES	89
XIII. BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXO	97

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Identificación de variables, indicadores e índices	7
2.	Operacionalización de las variables	8
3.	Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticos o municipales	44
4.	Estándares nacionales de calidad ambiental para Agua – categoría 4, sub categoría E2: ríos selva	45
5.	Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR	46
6.	Estándares nacionales de calidad ambiental para agua – categoría 4, sub categoría E2: ríos selva. seleccionados para estudio	45
7.	Puntos de muestreo, coordenadas y descripción de aguas residuales domesticas	47
8.	Puntos de muestreo, coordenadas y descripción de aguas superficiales	48
9.	Valores de pH en aguas residuales domesticas	52
10.	Valores DBO ₅ en aguas residuales domesticas	53
11.	Valores DQO en efluentes domésticos	54
12.	Valores Aceites y grasas en efluentes domésticos	55
13.	Valores de pH en aguas superficiales	56
14.	Valores DBO ₅ en aguas superficiales	57
15.	Valores Aceites y Grasas en agua superficial	58
16.	Valores de Conductividad en agua superficial	59
17.	Valores de Cromo hexavalente en agua superficial	60
18.	Valores de Fenoles en agua superficial	61
19.	Valores Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en agua superficial	62
20.	Valores de Sulfuro en agua superficial	63
21.	Valores de Arsénico total en agua superficial	64
22.	Valores de Bario total en agua superficial	65
23.	Valores de Cadmio total en agua superficial	66

24.	Valores de Cobre total en agua superficial	67
25.	Valores de Níquel total en agua superficial	68
26.	Valores de Plomo total en agua superficial	69
27.	Valores de Selenio total en agua superficial	70
28.	Valores de Mercurio total en agua superficial	71
29.	Valores de Importancia de impactos en aguas residuales	72
30.	Matriz de importancia en aguas residuales	72
31.	Importancia de impactos en aguas superficiales	73
32.	Matriz de importancia en aguas superficiales	73
33.	Importancia de impactos	98
34.	Presentación importancia de impactos	99
35.	Presentación de los datos de la matriz de importancia	100
36.	Presentación de los datos de importancia del impacto en aguas residuales	101
37.	Presentación de los datos de importancia del impacto en aguas superficiales	102

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Ubicación de la unidades de muestreo	97
2.	Valores de pH en aguas residuales domésticas	52
3.	Valores DBO ₅ en aguas residuales domésticas	53
4.	Valores DQO en efluentes domésticos	54
5.	Valores de Aceites y Grasas en efluentes domésticos	55
6.	Valores de pH en aguas superficiales	56
7.	Valores DBO ₅ en agua superficial	57
8.	Valores de Aceites y Grasas en agua superficial	58
9.	Valores de Conductividad en agua superficial	59
1.	Valores de Cromo hexavalente en agua superficial	6
11.	Valores de Fenoles en agua superficial	61
12.	Valores de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en agua superficial	62
13.	Valores de Sulfuro en agua superficial	63
14.	Valores de Arsénico total en agua superficial	64
15.	Valores de Bario total en agua superficial	65
16.	Valores de Cadmio total en agua superficial	66
17.	Valores de Cobre total en agua superficial	67
18.	Valores de Níquel total en agua superficial	68
19.	Valores de Plomo total en agua superficial	69
2.	Valores de Selenio total en agua superficial	7
21.	Valores de Mercurio total en agua superficial	71

RESUMEN

La interpretación del estudio de monitoreo en calidad agua se realizó en las instalaciones del astillero de la empresa Servicios Industriales de la Marina Iquitos (SIMAI) en los años de muestreo 2012 – I, II y 2013 – I, II. Considerando las unidades de muestreo A-01 (Descarga final del desagüe doméstico), A-02 (300 metros aguas arribas descarga final del desagüe doméstico), A-03 (300 metros aguas abajo descarga final del desagüe doméstico), y A-04 (Punto medio del astillero SIMAI, río Nanay). Ubicado a orillas del río Nanay, distrito de Punchana, provincia de Maynas, del departamento de Loreto. Este estudio tubo como finalidad evaluar el monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales de la empresa SIMAI y valorar los impactos por contaminación hídrica.

Se registraron en las aguas residuales como el pH, aceites y grasas están dentro del Límite Máximo permisible (LMP), en cambio el DBO₅ y el DQO presentan un incremento debido a que precisamente el pozo séptico del SIMAI estaba en mantenimiento. La valoración total de impactos se calificó como MODERADO para todos los parámetros. En las aguas superficiales, los parámetros DBO₅, Aceites y Grasas, Conductividad, Cromo Hexavalente, Fenoles, Hidrocarburo Totales de Petróleo, Sulfuro, Arsénico, Bario, Cobre, Níquel y Selenio, no hay contaminación hídrica por que los valores se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua. Los parámetros que tuvieron observaciones fueron el pH, Cadmio, Plomo y Mercurio debido a las actividades biológicas, sedimentos y ácidos húmicos. La mala disposición final de los residuos de colillas soldadura que son vertidos al río y las actividades de dragado cuenca arriba del río Nanay, que luego afecta a su desembocadura. La valoración de los impactos se calificó con un valor de importancia de REVELANTE a excepción del Cadmio que se le calificó como SEVERO.

I. INTRODUCCION

La contaminación de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Nanay es ocasionada por diversas actividades productivas (legales e ilegales), industriales y por actividades urbanas (produciendo conflictos sociales continuos en la población) que incorporan al agua residuos sólidos y aguas servidas sin tratamiento previo.

La creciente preocupación mundial por la conservación del medio ambiente ha impulsado la promulgación de leyes y reglamentos nacionales e internacionales sobre la protección, control, monitoreo, atenuación y remediación ambiental que involucra tanto a las entidades públicas como privadas.

Es importante analizar el agua desde el punto de vista científico para conocer sus singularidades y propiedades que hacen de ella una sustancia poco común, distinta a los compuestos que con su misma proporción molecular se pueden encontrar en la química. Su importancia para la vida hace de ella un objeto de permanente estudio que seguramente no terminará, mientras la humanidad continúe su uso indiscriminado en la industria, en la agricultura como fuente de energía y mientras no se tenga una cultura sobre su uso y cuidados, a manera de políticas ambientales para ordenar el recurso, el mal uso continuará.

En el presente trabajo se tomó los datos del informe técnico del monitoreo ambiental de una empresa contratista Envirolab Perú s.a.c. que brindó servicio al SIMAI para la realización del monitoreo ambiental. En tal sentido se tiene como

objetivo general evaluar el monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales para comparar los parámetros físicos, químicos e inorgánicos en los años 2012 – I, II y 2013 - I, II para determinar y valorar la contaminación hídrica.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

La contaminación existente en las aguas del río Nanay, como en muchos ríos de la región es proveniente de actividades antrópicas e industriales, las cuales dejan sentir su efecto en la calidad del agua, siendo no apto para el consumo humano y perjudicando a los centros poblados que habitan por la zona, así mismo afectando la micro flora y fauna ictiológica que lo rodea.

A lo largo del tiempo en esta zona se han realizado proyectos de conservación y sensibilización para permitir que este recurso sea óptimo para muchas actividades que lo utilizan, además la falta de conciencia ambiental por parte de trabajadores y contratista de la empresa SIMAI han hecho que la contaminación del río crezca cada día sin tener una solución inmediata capaz de combatirla.

Actualmente, diversas normas, leyes, decretos, etc. que se han establecido a nivel mundial a consecuencia del mal uso de los recursos naturales para que estos puedan subsistir en el futuro; por tal motivo, la empresa SIMAI no es esquivo ante estos problemas y en muy corto tiempo ha logrado establecer charlas constantes a sus trabajadores, implementación de normas internas y aplicación de la norma internacional como la ISO 14001:2004, que hoy en día cuenta con esta certificación, bajo la supervisión anual de auditorías, de esta forma la empresa SIMAI trata de reivindicar los daños de malas actividades debido a la falta de cultura y conciencia ecológica.

2.2. Definición del Problema

¿Por qué se debe realizar una evaluación del monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales en el astillero del servicio industrial de la marina Iquitos (SIMAI) Río Nanay – Loreto – Perú?

III. HIPOTESIS

3,1 Hipótesis General

Sí existe una evaluación del monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales en el astillero del Servicio Industrial de la Marina Iquitos (SIMAI), entonces se podrá tomar medidas adecuadas para el control de la contaminación del río Nanay.

3,2 Hipótesis Alterna

Con el monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales en el astillero del SIMAI, se puede comparar los parámetros físicos, químicos e inorgánicos para determinar y valorar los impactos por contaminación hídrica.

3,3 Hipótesis Nula

Si no existe, una evaluación del monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales en el astillero del Servicio Industrial de la Marina Iquitos (SIMAI), entonces no se podrá tomar medidas adecuadas para el control de la contaminación del río Nanay.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar el monitoreo multitemporal de las aguas residuales y aguas superficiales en el astillero del servicio industrial de la marina Iquitos (SIMAI) Río Nanay – Loreto – Perú.

4.2. Objetivos específicos

- Comparar los parámetros físicos y químicos, inorgánicos en los años 2012 I - II, 2013 I – II para determinar la contaminación hídrica.
- Valorar los impactos por contaminación hídrica.

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices.

En el Cuadro 1, se muestran las variables de estudio con sus respectivos indicadores e índices teniendo en cuenta la valorización de los impactos por contaminación hídrica, se deriva de las fórmulas que se detallan en la metodología.

Cuadro 1: Identificación de variables, indicadores e índices

VARIABLES	INDICADORES	INDICES
1. Aguas Residual	1.1. Parámetros ambientales límites máximo permisible Imp: pH DBO ₅ DQO Aceites y Grasas	6.5 – 9.0 mg/l 100 mg/l 200 mg/l 20
2. Agua superficiales	1.2. Parámetros ambientales estándar de calidad ambiental - eca: pH Conductividad Aceites y Grasas Cromo Hexavalente DBO Fenoles TPH (Hidrocarburo Total de Petróleo) Sulfuro Arsénico Total Bario Total	Alcalinidad (0-6.5), Neutro (6.6-7.5), Acides (7.6-14) μS/cm 1000 mg/l 5 mg/l 0,011 mg/l 10 mg/l 2.56 mg/l 0,5 mg/l 0,002 mg/l 0,15 mg/l 1

	Cadmio Total	mg/l 0,00025
	Cobre Total	mg/l 0,01
	Níquel Total	mg/l 0,052
	Plomo Total	mg/l 0,0025
	Selenio Total	mg/l 0,005
	Mercurio Total	mg/l 0,0001
3. Importancia del impacto	3.1. Importancia: Signo (+/-) Intensidad 1-12 Extensión 1-8 (+4) Momento 1-8 (+4) Persistencia 1-4 Reversibilidad 1-4 Recuperabilidad 1-8 Sinergia 1-4 Acumulación 1+4 Efecto 1-4 Periodicidad 1-4	<ul style="list-style-type: none"> • Irrelevantes < 25 • Moderados 25-50 • Severos 50-75 • Críticos > 75 Valor asignado a la importancia del impacto entre 13 y 100

5.2. Operacionalización de variables

En el Cuadro 2 se muestran las variables que determinan las aguas residuales, aguas superficiales y su importancia del impacto. Luego se muestra la operacionalización de las variables.

En el Cuadro 2. Operacionalización de variables

VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN
1. Aguas residuales y aguas superficiales	1.1. Informes técnicos de los años 2012 y 2013, I y II semestre, para ambos. (FUENTE: ENVIROLAB Perú S.A.C.) 1.2. Informes técnicos referenciales (FUENTE: ANA)
2. Importancia del impacto	2.1. Valoración de los impactos

VI. MARCO TEORICO

6.1. Antecedentes

Environmental Law Alliance Worldwide - **ELAW (2013)**, realizó la interpretación de las muestras de agua en la cuenca del río Pastaza, que corresponden: (a) Nueve quebradas: Anapasa, Bujurquicocha, Ismacaño, Mishuyacu, Ullpayacu, Shoroyacu, Ulisescocha Afluente a la cocha Ullpayacu, Capahuari. (b) Ocho Cochas: Shanshocochoa, Pashincocha, Chirunchicocha, Pashincocha, Cabecera Cocha Ullpayacu, Boquichicocha, Piripiricocha, Ullpayacu. Los parámetros interpretados fueron:

El **Plomo** se encontró niveles superiores a los valores de la norma para ambiente acuático para ríos de la selva (0,001 mg/l) en las quebradas Anapasa (0,025 mg/l), Ullpayacu (0,003 mg/l), en la afluente a la cocha Ullpayacu (0,012 mg/l). Asimismo, se encontraron niveles superiores al valor establecido para conservación del ambiente acuático para lagos y lagunas (0,001 mg/l) en la cabecera de la cocha Ullpayacu (0,081 mg/l), cocha Ismacaño (0,007 mg/l), y Chirunchicocha (0,003 mg/l). El valor encontrado en la cabecera de la cocha Ullpayacu es 81 veces más alto que el valor de la norma. El de las cochas Ismacaño y Chirunchicocha son 7 y 3 veces el valor de la norma respectivamente.

En los **Aceites y Grasas** se encontró valores elevados en la quebrada Ullpayacu (10 mg/l), el valor para la conservación del ambiente acuático para ríos de la selva es 5 mg/l. Esto indica la presencia de contaminantes que pueden afectar a los organismos acuáticos, actividades de pesca, y recreación.

En el **Nitrógeno Total** los valores de la cocha Ullpayacu (5,7 mg/l) equivalente a 3,5 veces el valor de la norma (1,6 mg/l), la cocha Ismacaño (2,8 mg/l) equivale a 1,75 (casi el doble) del valor de la norma. Valores altos también se encontraron en la cocha Shanshococho (2,4 mg/l), en la quebrada Ullpayacu (2,0 mg/l), quebrada Ismacaño (1,9 mg/l) y ligeramente alto en Chirunchicocha (1,7 mg/l).

El **pH** se encontraron niveles moderadamente a ligeramente ácidos (en orden decreciente de gravedad) en las quebradas Ulisescocha, Bujurquicocha, Anapasa, Ullpayacu y en la quebrada afluyente a la cocha Ullpayacu. Igualmente en las cochas Boquichicocha, Piripiricocha, Shanshococho, Cabecera de la Cocha Ullpayaco, Pashicocha y Chirunchicocha. El valor más ácido se encontró en la Quebrada Ulisescocha (pH 4,9) siendo el rango de valores establecidos 6,5 – 8,5.

El **Oxígeno disuelto (OD)** se observan valores fuera de la norma en todas las cochas y en las quebradas Ulisescocha, Shoroyacu, Bujurjicocha y en la afluyente a la cocha Ullpayacu. Los valores más bajos se encontraron en las cochas Boquichico, Piripiricocha y en la quebrada Ulisescocha con valores de 1,3; 1,5; y 2,1 mg/l respectivamente.

La Autoridad Nacional del Agua – **ANA (2013)**, realizó un monitoreo en la cuenca del río Nanay, se realizaron 11 puntos de muestreos, 7 para río Nanay, 3 para el Río Pintuyacu y 1 para el río Momón. Estos son algunos parámetros realizados en el monitoreo:

En toda la cuenca evaluada el **pH** se registraron concentraciones en el rango ácido (5,07 Unid. pH y 6,26 Unid. pH) el cual se debe a la actividad biológica de los cuerpos de agua superficial de selva y la interacción del agua con los sedimentos ribereños y los que forman el lecho. Estos sedimentos contienen principalmente minerales arcillosos que contiene en su composición: hierro, aluminio y manganeso, además de ácidos húmicos (descomposición de la materia orgánica vegetal y animal) por las escorrentías fluviales.

El **Mercurio (Hg)** en 05 Unidad de muestreo de la cuenca Nanay se encuentra por encima del valor establecido (0,0001 mg/l) del ECA: río Chambira (antes de la confluencia con el río Pintuyacu) con 0,00031 mg/l, río Pintuyacu (antes de la confluencia con el río Chambira y Nanay) con 0,00030 mg/l, en el río Nanay frente a la comunidad de Ninarumi con 0,00027 mg/l, aguas arriba del punto de captación SEDA LORETO con 0,00071 mg/l y frente al puerto de Bellavista – antes de la confluencia con el río Amazona con 0,00136 mg/l.

En las condiciones típicas de las aguas superficiales de la cuenca, los compuestos de mercurio son solubles, debido a la poca materia suspendida que tiene las aguas de la cuenca (sólidos suspendidos totales de 9 a 30 mg/l). Las solubilidades de estos compuestos son suficientemente altas como para que no sea esperable su precipitación de ambientes acuáticos con características oxidantes (agua superficiales). La procedencia del mercurio proviene principalmente de las actividades de dragado realizada en la cuenca del río Pintuyacu y Chambira, que luego afecta al río Nanay luego de la desembocadura.

El **Plomo (Pb)** en 05 Unidad de muestreo de la cuenca Nanay se encuentra por encima del valor establecido (0,001 mg/l) del ECA: río Nanay (frente a la comunidad de Pucacuro) con 0,0015 mg/l, río Chambira (antes de la confluencia con el río Pintuyacu) con 0,0020 mg/l, río Nanay (aguas arriba del punto de captación SEDA LORETO) con 0,0089 mg/l, río Nanay (frente al puerto Bellavista, antes de la confluencia con el río Nanay) con 0,0010 mg/l.

El plomo al igual que el mercurio entra al sistema acuático, vía escurrimiento y de la atmosfera. El plomo en los ríos podría ser insoluble si esta adherido a partículas orgánicas o inorgánicas. Esta materia orgánica y partículas minerales existentes en las aguas es la causante de la presencia de plomo en forma suspendida en el agua, pues estos tienen mucha afinidad con los metales pesados como el plomo, por lo cual la procedencia del plomo proviene principalmente de la mineralogía de la cuenca.

6.2. Aspectos generales

RUSSELL (2011), menciona que el término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

El mismo autor define al agua superficial como toda agua abierta a la atmósfera y sujeta a escorrentía superficial. Una vez producida, el agua superficial sigue el camino que le ofrece menor resistencia. Una serie de arroyos, riachuelos,

corrientes y ríos llevan el agua desde áreas con pendiente descendente hacia un curso de agua principal. Un área de drenaje suele denominarse como “cuenca de drenaje” o “cuenca hidrográfica”.

En muchos casos las aguas residuales industriales requieren tratamiento antes de ser descargadas en el sistema de alcantarillado; ante esto, el **GOBIERNO DE NAVARRA (2013)**, menciona que las características de estas aguas residuales cambian de una a otra industria, los procesos de tratamiento son también muy variables. No obstante, muchos de los procesos empleados para tratar aguas residuales comunales se emplean también con las industriales.

Para ello, los sistemas de tratamiento primarios son los más sencillos en la limpieza del agua “y tienen la función de preparar el agua, limpiándola de toda aquellas partículas cuyas dimensiones pueden obstruir o dificultar los procesos consecuentes”. Estos tratamientos son, el cribado o las mallas de barrera, la flotación o la eliminación de grasa y la sedimentación (**RODIE, 2001**).

Por eso **STUART (2012)**, aporta que los cambios que se han llevado a cabo para optimizar la eficiencia y para maximizar la eficacia en la entrega de productos y servicios de datos hidrológicos críticos asegurarán el éxito de megaproyectos, la preservación de ecosistemas vitales y la protección de los ciudadanos. Las mejoras en la interoperabilidad y accesibilidad de los datos hídricos respaldará la toma de decisiones basadas en evidencias para problemas relacionados con el agua desde la escala del diseño de la alcantarilla hasta la política medioambiental

global que hará que al final el mundo sea un lugar mejor para las generaciones venideras.

Por otra parte **GALLANGO et al. (1995)**, manifiestan que la evaluación de los impactos ambientales lo constituyen los procedimientos que permiten cuantificar dichos impactos, los cuales, aunque no están exentos de un cierto grado de subjetividad por parte del autor de la evaluación, aportan una metodología rigurosa que permite comparar distintas alternativas para el trazado de una línea, que es el punto realmente conflictivo del proyecto, ya que estas instalaciones, como bien es sabido, no contaminan a los elementos fundamentales del medio en que se ubican y es solo su mera presencia la que pueda tener efectos no deseables sobre el medio natural y socioeconómico.

La calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y a la cantidad misma del agua de los ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación. Por eso, **HAKANSON et al. (2000)**, afirman que la calidad del agua, es el termino ampliamente usado, sin embargo la cuantificación científica resulta bastante importante y esta solución es una estrategia básica en el desarrollo de los fundamentos para el manejo de los recursos hídricos.

6.3. Aspectos sobre parámetros límites máximos permisibles y estándar de calidad de agua

El **pH** es la medidas de las concentraciones de iones de hidrogeno en el agua son los que aportan acidez y como contaminante afecta de manera problemática en el proceso de tratamiento de las aguas. Se expresan en unidades estándares. Aguas fuera del rango normal de 6 a 8, pueden ser dañinas para la vida acuática. También se pueden encontrar valores bajos de pH (ácido) como resultado de la exposición al aire de algunos tipos de suelos y rocas, así como por actividades humanas (por ejemplo la presencia de generadores de electricidad, descarga de efluentes industriales, lugares de crianza de animales). El ph es un parámetro de gran importancia, tanto para aguas naturales como para aguas residuales. El agua residual con concentraciones de Ion Hidrógeno inadecuadas, presenta dificultades para el tratamiento con procesos biológicos; el efluente puede modificar la concentración de ion de Hidrogeno en las aguas naturales, si esta no es modifica antes de la evacuación del agua **(MARÍN y OSÉS, 2013)**.

Como la mayor parte las formas de vida ecológicas son sensibles a los cambios de pH es importante que el impacto antropogénico (descargas por efluentes) sea minimizado, un pH demasiado alejado del rango aceptable 6- 8 puede matar la colonia activa microbiológica. Por lo cual es importante mantener el control del pH de los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales dentro de un rango especifico **(BARBA, 2002)**.

La **DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO₅)** cuando se descarga aguas con DBO alta (superando a los límites máximos permisibles) a un cuerpo de agua, las bacterias y otros microorganismos disponen de una rica fuente de alimentos, lo que permite que se reproduzcan con rapidez. Las cantidades, cada vez mayores de bacterias, consumen el oxígeno del agua. Si la DBO del efluente es demasiado elevada, o el cuerpo receptor no es capaz de diluirla hasta alcanzar un nivel seguro, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye de tal forma que los peces y otros organismos acuáticos mueren asfixiados (**MARÍN y OSÉS, 2013**).

La **DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)** es la cantidad de oxígeno que requiere para oxidar químicamente la materia orgánica e inorgánica. Difiere de la DBO en que en esta última prueba solo se detecta el material orgánico degradado biológicamente o que es biodegradable. En la determinación de la DQO todo material orgánico – biodegradable y no biodegradable – es químicamente oxidado por el dicromato de potasio en un medio ácido en la presencia de un catalizador, esta prueba dura 3 horas (**MARÍN y OSÉS, 2013**).

El valor de la DQO es generalmente superior al DBO. Las razones son que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente y su contenido es de materia orgánica (carbohidratos, proteínas, grasas) e inorgánica (hierro ferroso, nitrito, amoníaco, sulfuro y cloruros) (**AZNAR, 2000**). Es una medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica en una muestra que es oxidable utilizando un oxidante fuerte. Es diferente a la prueba de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), pues la DBO mide sólo la fracción orgánica oxidable biológicamente. Es importante obtener una

medida de la DQO en aguas residuales de refinería pues estos residuos, con frecuencia, contienen contaminantes orgánicos no biodegradables **(PERÚ, 1994)**.

Los **ACEITES y GRASAS** en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo, con ello su sedimentación, y la formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo también con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador **(CORPLAB, 2014)**. Además no debe percibirse una película, brillo o decoloración en la superficie o suelo del cuerpo de agua o en las riberas. Las aguas superficiales deben ser prácticamente libres de aceites y grasas **ELAW (2013)**.

Son compuestos orgánicos, constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Las principales fuentes aportadoras de grasas y aceites son: los usos domésticos, los talleres automotrices y los motores de lanchas y barcos, la industria del petróleo, las procesadoras de carnes y embutidos, y la industria cosmética.

El hecho de que sean menos densos que el agua e inmiscibles en ella, hacen que se difundan por la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites pueden cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la re-oxigenación a través de la interface aire-agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando así a la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto **MARÍN y OSÉS (2013)**.

La **CONDUCTIVIDAD** Es la medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica, se reportan en micro siemens/cm ($\mu\text{s/cm}$) esta capacidad dependen de la presencia, movilidad, valencia y concentraciones de iones (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio) así como la temperatura del agua; cuanto más iones en solución, mayor conductividad (**SOPLIN y PASTOR, 1998**).

El **CROMO VI** la erosión de depósitos naturales y los efluentes industriales que contienen cromo (principalmente de acero, papel y curtiembres), se incorporan a los cuerpos de aguas superficiales. La forma química dependerá de la presencia de materia orgánica en el agua, pues si está presente en grandes cantidades, el cromo (VI) se reducirá a cromo (III), que se podrá absorber en las partículas o formar complejos insolubles. En teoría, el cromo (VI) puede resistir en este estado en aguas con bajo contenido de materia orgánica, mientras que con el pH natural de las aguas, el cromo (III) formará compuestos insolubles, a menos que se formen complejos. Se desconoce la proporción relativa de cromo (III) y cromo (VI) en las aguas. El cromo metálico y los derivados del cromo (VI) usualmente son de origen antropogénico. El cromo (VI) atraviesa las membranas celulares y con su subsecuente reducción intracelular e intermediarios reactivos. Se ha demostrado que el cromo (VI) es carcinógeno para los seres humanos, mientras que el cromo (0) y los derivados de cromo (III) aún no pueden clasificarse respecto a su carcinogenicidad.

Debido a su gran solubilidad, el Cr (VI) es más difícil de remover que el Cr (III). La cloración puede convertir por oxidación el Cr (III) en Cr (VI) y crear un problema

en el tratamiento del agua. El cromo (VI) es altamente tóxico, incluso en concentraciones bajas, incluyendo a muchos organismos acuáticos. Es cancerígeno para el sistema respiratorio y venenoso para los peces (**MARÍN y OSÉS, 2013**).

Los **FENOLES** en las aguas naturales su presencia está relacionada con la descomposición de hojas y materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos, pero principalmente se le asocia a procesos de contaminación de la fuente por desechos industriales, aguas servidas, fungicidas y pesticidas, hidrólisis y oxidación de pesticidas orgánicos fosforados (**SOPLIN y PASTOR, 1998**). Los fenoles en los ríos o en cualquier corriente de agua, provocan parálisis y congestión cardiovascular en los peces, lo que desemboca en la sofocación de los mismos. La ictiofauna se ve afectada a partir de concentraciones mayores de 2,56 mg/l (**MARÍN y OSÉS, 2013**).

Los **HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (HTP)** se les llaman hidrocarburos porque casi todos los componentes están formados enteramente de hidrógeno y carbono. Los crudos de petróleo pueden tener diferentes cantidades de sustancias químicas; asimismo, los productos de petróleo también varían dependiendo del crudo de petróleo del que se produjeron. Debido a que en la sociedad moderna se usan tantos productos derivados del petróleo (por ejemplo, gasolina, kerosén, aceite combustible, aceite mineral y asfalto), la posibilidad de contaminación ambiental es alta.

La contaminación con productos de petróleo estará constituida por una variedad de estos hidrocarburos. Debido al gran número de hidrocarburos involucrados, generalmente no es práctico medir cada uno de ellos. Sin embargo, es útil medir la cantidad total del conjunto de hidrocarburos que se encuentran en una muestra de suelo, agua o aire. Los TPH son liberados al ambiente a raíz de accidentes, desde industrias o como productos secundarios a raíz de su uso comercial o privado. Cuando hay escapes o derrames de TPH directamente al agua, algunas fracciones de los TPH flotarán en el agua y formarán una capa delgada en la superficie. Otras fracciones más pesadas se acumularán en el sedimento del fondo, lo que puede afectar a peces y a otros organismos que se alimentan en el fondo. Algunos organismos en el agua (principalmente bacterias y hongos) pueden degradar algunas de las fracciones de los TPH.

Los TPH que son liberados al suelo pueden moverse hacia el agua subterránea a través del suelo. Allí, los componentes individuales pueden separarse de la mezcla original dependiendo de las propiedades químicas de cada componente. Algunos de estos componentes se evaporarán al aire y otros se disolverán en el agua subterránea y se alejarán del área donde fueron liberados (**ATDSR, 1999**).

Los **SULFUROS** son componentes de muchos residuos industriales como molinos de papel, de plantas químicas, y de trabajos del gas. La presencia de sulfuro en el agua, son casi siempre el resultado de la composición de desechos industriales o de la descomposición de sulfatos por la acción bacteriana anaeróbica, la mediación del sulfato total en el agua incluye H_2S (Ácido sulfhídrico) y HS

disueltos, son tóxicos y generan olores desagradables (olor a huevo podrido), se reportan en mg/l según **(SOPLIN y PASTOR, 1998)**. Es muy tóxico por lo que una exposición prolongada a este gas puede generar efectos adversos a la salud. Es considerado tan tóxico como el HCN (Ácido cianhídrico), sin embargo su olor es tan desagradable permite que sea percibido a muy bajas concentraciones. En el medio acuático el gas puede causar asfixia de organismos que habitan en los ríos, de áreas contaminadas por materia orgánica en descomposición **(DIGESA, 2005)**.

El **ARSÉNICO** ocurre naturalmente en el suelo y en minerales y por lo tanto puede entrar al aire, al agua y al suelo en polvo que levanta el viento. También puede entrar al agua en agua de escorrentía o en agua que se filtra a través del suelo. Las erupciones volcánicas constituyen otra fuente de arsénico. El arsénico está asociado con minerales que se minan para extraer metales, como por ejemplo cobre y plomo, y puede entrar al ambiente cuando se extraen o funden estos minerales. Este elemento está presente en el agua debido principalmente a la actividad minera y muy rara vez por causas naturales, aunque en concentraciones muy bajas; también se encuentra en ciertos insecticidas y herbicidas, los que pueden contaminar artificialmente las aguas con dicho elemento.

El arsénico no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma o puede adherirse o separarse de partículas. El arsénico puede cambiar de forma al reaccionar con oxígeno o con otras moléculas presentes en el aire, el agua o el suelo, o por la acción de bacterias que viven en el suelo o el sedimento.

Las plantas terrestres pueden acumular arsénico por captación a través de las raíces, o por adsorción de arsénico aerotransportado, en las hojas.

El arsénico que liberan plantas de energía y otros procesos de combustión generalmente está adherido a partículas muy pequeñas. El arsénico contenido en polvo que levanta el viento se encuentra generalmente en partículas más grandes. Estas partículas se depositan en el suelo o son removidas del aire por la lluvia. El arsénico que está adherido a partículas muy pequeñas puede permanecer en el aire varios días y puede movilizarse largas distancias. Muchos compuestos comunes de arsénico pueden disolverse en agua. Por lo tanto, el arsénico puede pasar a lagos, ríos o al agua subterránea disolviéndose en el agua de lluvia o la nieve o en desagües industriales. Cierta cantidad de arsénico se adherirá a partículas en el agua o a sedimento del fondo de lagos o ríos, mientras que otra porción será arrastrada por el agua. Al final, la mayor parte del arsénico termina en el suelo o en el sedimento. Aunque algunos peces y mariscos incorporan arsénico que puede acumularse en los tejidos, la mayor parte de este arsénico se encuentra en una forma orgánica llamada arsenobetaína (llamada comúnmente arsénico de pez) que es mucho menos peligrosa (**ATDSR, 2007**).

El **BARÍO** se encuentra en la naturaleza en forma de sulfato, conocido como Baritina y en otras formas, como carbonatos y cloruros. El tiempo que el bario permanece en el aire, el suelo, el agua o los sedimentos después de ser liberado a estos medios depende de la forma de bario que se libera. Los compuestos de bario que no se disuelven bien en agua, como el sulfato de bario y carbonato de bario, pueden permanecer en el ambiente mucho tiempo. Los compuestos de

bario, como el cloruro de bario, nitrato de bario, o hidróxido de bario, que se disuelven fácilmente en agua, no permanecen mucho tiempo en el ambiente en estas formas.

El bario en estos compuestos que está disuelto en el agua se combina rápidamente con sulfato o carbonato que ocurren naturalmente en el agua y se transforma a las formas que duran mucho tiempo en el ambiente (sulfato de bario y carbonato de bario). El sulfato de bario y carbonato de bario son los compuestos de bario que se encuentran con mayor frecuencia en el suelo y el agua. Si el sulfato de bario y carbonato de bario se liberan al suelo, se combinarán con partículas del suelo. El bario constituye un veneno en la célula muscular, debido a esta acción particular sobre el músculo cardíaco y las paredes musculares. Tiene efectos irreversibles para la salud y tóxico para los animales **(ATDSR, 2007)**.

El **CADMIO** es un elemento que se encuentra en la naturaleza asociados a muchos minerales especialmente con el Zinc **(ARMAS y ARMAS, 2001)** su uso principalmente se da en la fabricación de soldaduras, aleaciones, revestimientos metálicos, minerales plásticos. La presencia del cadmio en el agua dependerá de la fuente donde proviene y la acidez del agua, es probable que en algunas aguas superficiales que contengan un poco más de microgramos de cadmio por litro, se hallan contaminado por descargas de desechos industriales o por lixiviación de áreas de relleno, también se da por suelos a los cuales se le han agregado lodo cloacales según **(DIGESA, 2005)**.

Es un elemento muy tóxico, y se han atribuido algunos casos de intoxicación con alimentos. Se cree que muy pequeñas cantidades de cadmio podrían ser la causa de alteraciones adversas en las arterias renales **(SOPLÍN y PASTOR, 1998)**. Se acumulan en los tejidos blandos y puede intervenir en el metabolismo. Es conocido que en un sistema acuático el cadmio se acumula en los peces **(PERÚ, 1994)** que interacciona con el metabolismo del calcio en los animales; en los peces provoca hipocalcemia (niveles bajos de calcio), probablemente al inhibir la captación de calcio a partir del agua. No obstante, las concentraciones elevadas de calcio en el agua los protegen de la ingestión de cadmio por competencia en los lugares de captación.

El zinc aumenta la toxicidad del cadmio para los invertebrados acuáticos. Se han notificado efectos subletales (veneno o sustancia tóxica que se recibe con una dosis ligeramente inferior a la que es necesaria para producir la muerte) en el crecimiento y la reproducción de invertebrados acuáticos, así como modificaciones estructurales en las branquias. Hay pruebas de la selección de estirpes resistentes de invertebrados acuáticos tras la exposición al cadmio sobre el terreno. La toxicidad del Cadmio es variable en los peces; los salmónidos son especialmente susceptibles. Se han notificado efectos subletales en los peces, en particular malformaciones de la espina dorsal. Las fases biológicas más susceptibles son el embrión y la larva joven; los huevos son los menos vulnerables. No se ha observado una interacción homogénea entre el cadmio y el zinc en los peces, crecimiento retardado, anemia, anormalidades del desarrollo y comportamiento. También Animales que ingieren o beben cadmio algunas veces

tienen la presión sanguínea alta, daños del hígado y daños en nervios y el cerebro **(DIGESA, 2005)**.

El **COBRE** puede entrar al medio ambiente a través de fábricas que manufacturan o usan cobre metálico o compuesto de cobre. El cobre también puede entrar al medio ambiente desde basurales, del agua residual doméstica, de la combustión de desperdicios y combustibles fósiles, de la producción de madera, de la producción de abonos de fosfato y de fuentes naturales (por ejemplo, polvo en el aire, desde el suelo, volcanes, vegetación en descomposición, incendios forestales y de la espuma del mar). El cobre se encuentra a menudo cerca de minas, fundiciones, plantas industriales, vertederos y sitios de desechos.

Cuando el cobre y los compuestos de cobre se liberan al agua, el cobre que se disuelve puede ser transportado en el agua de superficial 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. Aun cuando el cobre se adhiere fuertemente a partículas en suspensión o a sedimentos, hay evidencia que sugiere que algunos de los compuestos de cobre solubles entran al agua subterránea. El cobre que entra al agua se deposita eventualmente en los sedimentos de los ríos, lagos y estuarios.

En el agua superficial, las altas concentraciones de cobre pueden viajar largas distancias, tanto suspendido sobre las partículas de lodos, como en iones libres. Sin embargo, Los peces (principalmente la trucha) son especialmente sensibles a este elemento y se ven indirectamente afectados cuando, al actuar el cobre como

alguicida, que elimina la capacidad de captación de oxígeno del agua y disminuye el oxígeno disuelto a concentraciones tan pequeñas que ya no es posible el desarrollo de estas especies. Exposiciones al cobre a largo plazo podrían causar lesiones hepáticas o renales **(ATDSR, 2004)**.

El **NIQUEL** El níquel puede ser liberado en aguas residuales industriales. Una gran cantidad de este parámetro liberada al ambiente termina en el suelo o en sedimento en donde se adhiere fuertemente a partículas que contienen hierro o manganeso. Las condiciones ácidas favorecen la movilización del níquel en el suelo y facilitan su filtración hacia el agua subterránea. El níquel no parece concentrarse en peces. Hay estudios que demuestran que algunas plantas pueden incorporar y acumular níquel. Sin embargo, se ha demostrado que el níquel no se acumula en pequeños organismos que habitan terrenos tratados con lodo que contiene níquel **(ATDSR, 2004)**.

Las altas concentraciones de Níquel en los suelos arenosos, pueden dañar a las plantas; en las aguas superficiales pueden disminuir el crecimiento de las algas. Los microorganismos pueden también, sufrir una disminución de su crecimiento, debido a la presencia de este elemento, pero estos normalmente desarrollan cierta resistencia esencial en pequeñas cantidades. Pero el Níquel no solo es favorable como elemento esencial; puede ser peligroso también peligroso cuando se excede la máxima cantidad tolerable. Esto puede causar diversos tipos de cáncer en diferentes lugares del cuerpo de los animales, sobre todo en aquellos que viven cerca de refinerías **(MARÍN y OSÉS, 2013)**.

El **PLOMO** se encuentra en la mayoría de los niveles altos en el ambiente que se originan por actividades humanas (**ATDSR, 2007**). Es un elemento tóxico, importante veneno que se acumula en el organismo que proviene de los desechos industriales. Conocido que este metal llega al ser humano a través de la cadena alimenticia y se acumula en los huesos (**SOPLIN y PASTOR, 1998**).

El plomo es usado en la producción de baterías ácidas de plomo, soldaduras, aleaciones, pigmentos, vidrios y estabilizadores de plástico. El plomo es también tóxico a toda la biota acuática, y aunque no se le considera uno de los metales más móviles, existe evidencia apreciable que muestra la biodisponibilidad de plomo asociado a sedimentos hacia las especies que habitan el fondo de los ríos. Más aún, el plomo puede acumularse directamente de las aguas dulces y de mar, especialmente en organismos que utilizan las agallas como la principal ruta para la ingestión de alimento.

Estudios toxicológicos han reportado efectos subletales en peces incluyendo cambios en la morfología, metabolismo y actividad enzimática. El comportamiento de evasión también se ha observado en peces adultos expuestos a niveles que varían en el intervalo 10-100 mg/l. Estos estudios también involucran invertebrados (ostiones, erizos, caracoles, copépodos y pulgas de agua) que frecuentemente reportan una reducción en el crecimiento, fertilidad y supresión de la reproducción, y mortalidad alta (**DIGESA, 2005**).

El **SELENIO** ocurre naturalmente en el ambiente. El desgaste de las rocas y el suelo puede producir niveles bajos de selenio en el agua, los que pueden ser

incorporados por las plantas. El selenio que puede estar presente en combustibles fósiles se combina con oxígeno cuando el combustible se quema, y el producto formado puede reaccionar con agua para formar compuestos solubles de selenio. Las partículas de selenio en el aire, por ejemplo en ceniza, pueden depositarse en el suelo o en agua superficial.

El selenio puede entrar al agua superficial en el drenaje de aguas de regadío. Hay cierta evidencia que indica que el selenio puede ser incorporado en los tejidos de organismos acuáticos y aumentar en concentración a medida que pasa a través de la cadena alimentaria (**ATDSR, 2003**).

El **MERCURÍO** es un metal natural ampliamente distribuido en el ambiente. Las liberaciones de mercurio desde fuentes naturales han permanecido relativamente constantes en tiempos recientes, lo que ha producido un aumento constante de mercurio en el ambiente (aire, agua y el suelo) producto de las actividades humanas desde el comienzo de la era industrial.

La mayor parte del mercurio que se encuentra en el ambiente ocurre en la forma de mercurio metálico y compuestos de mercurio inorgánico. El mercurio metálico es un líquido a temperatura ambiente, pero alguna cantidad del metal se evaporará al aire y puede ser transportada largas distancias. En el aire, el vapor de mercurio puede ser transformado a otras formas de mercurio, y puede ser transportado al agua o al suelo por la lluvia.

El mercurio inorgánico también puede entrar al agua o al suelo durante la erosión de rocas que contienen mercurio, desde fábricas o desde plantas de tratamiento

de agua que liberan agua que ha sido contaminada con mercurio proveniente de termómetros, interruptores eléctricos o baterías que se han desechado. Los compuestos de mercurio inorgánico u orgánico pueden ser liberados al agua o al suelo si se han usado fungicidas que contienen mercurio.

Los microorganismos convierten el mercurio inorgánico a metilmercurio, que puede entrar al agua o al suelo y permanecer ahí durante mucho tiempo. El mercurio generalmente permanece en la superficie del suelo y no se moviliza a través del suelo hacia el agua subterránea. Es probable que cualquier forma de mercurio que entre a cuerpos de agua se deposite en el fondo, en donde puede permanecer durante mucho tiempo **(ATDSR, 1999)**.

El mercurio es altamente tóxico a niveles relativamente bajos y se acumula en los peces. Produce "clorosis" en las plantas, es venenoso para los animales y llega al ser humano a través de la cadena alimenticia **(PERÚ, 1994)**. Las aguas superficiales ácidas, pueden contener cantidades altas de mercurio. Cuando los valores de pH están entre cinco y siete, las concentraciones de mercurio en el agua se incrementan, debido a la movilización del mercurio en el suelo. Los microorganismos pueden convertir el mercurio, de las aguas superficiales y suelos, en metil mercurio, sustancia que puede ser absorbida rápidamente por la mayoría de los organismos, y que dañan al sistema nervioso. Los peces son organismos que absorben gran cantidad de metil mercurio del agua superficial. Como consecuencia, el metil mercurio puede acumularse en los peces y en las cadenas alimenticias de las que forman parte **(MARÍN y OSÉS, 2013)**.

Aspectos legales

Decreto Supremo **15-2015-MINAM**, Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su disposición **(PERÚ, 2015)**.

Decreto Supremo **01-2010-AG**, aprueban el Reglamento de la Ley **29338**, Ley de Recursos Hídricos, dicha ley tiene como finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta **(PERÚ, 2010)**.

Decreto Supremo **Nº 023-2009-MINAM**, que aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua **(Perú. 2009)**. Aprobado por el Decreto Supremo **Nº 002-2008-MINAM**, aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Tiene 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 **(PERÚ, 2008)**.

Resolución Jefatural Nº 202-2010-ANA, Aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino costeros **(PERÚ, 2010)**.

Resolución Jefatural 182-2011-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (**PERÚ, 2011**).

Decreto Supremo **03-2010-MINAM**. Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (**PERÚ, 2010**).

VII. MARCO CONCEPTUAL

7.1. De los parámetros ambientales

AGUAS RESIDUALES: También llamadas aguas negras, son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más de 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de estos contaminantes normalmente es muy pequeña, y se expresa en mg/l, esto es, miligramos de contaminante por litro de la mezcla. Esta es una relación de peso/volumen que se emplea para indicar concentraciones de componentes en agua, aguas residuales, desperdicios industriales y otras soluciones diluidas (**ARMAS y ARMAS, 2001**).

AGUAS SUPERFICIALES: Es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra, forma ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales. El agua superficial es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas (**ESPOL, 2011**).

AMBIENTE: Conjunto de elementos bióticos y abióticos, y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente (**ESPOL, 2011**).

ANTROPOGÉNICO: Material o contaminante que resulta de la actividad humana. Los contaminantes antropogénicos son el resultado de vertidos o derrames, más que de sucesos naturales tales como el fuego en los bosques (**ESPOL, 2011**).

ÁREA DE INFLUENCIA: Comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades hidrocarburíferas (**ESPOL, 2011**).

ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA: Comprende el ámbito espacial en donde se manifiesta de manera evidente, durante la realización de los trabajos, los impactos socio-ambientales (**ESPOL, 2011**).

CATEGORIA 4, CONSERVACION DEL AMBIENTE ACUATICO: Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas (**PERU, 2015**).

CONTAMINACIÓN: Es un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas de nuestro aire, nuestro agua y nuestro suelo o los elementos que puede afectar o afectará nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas, procesos industriales, condiciones de vida y acervo cultural (**ARMAS y ARMAS, 2001**).

CONTROL AMBIENTAL: Vigilancia y seguimiento (monitoreo externo) periódico y sistemático sobre el desarrollo y la calidad de procesos, comprobando que se

ajustan a un modelo preestablecido, sinónimo de fiscalización ambiental (**ESPOL, 2011**).

CUERPO DE AGUA: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrósfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua (**ESPOL, 2011**).

CUERPO RECEPTOR: Se refiere a los ríos, quebradas o cochas, las que reciben las aguas producidas (**ESPOL, 2011**).

DESCARGA: Vertido de agua residual o de líquidos contaminantes al ambiente durante un período determinado o permanente (**ESPOL, 2011**).

DESECHO: Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones (**ESPOL, 2011**).

DISPOSICIÓN FINAL: Forma y/o sitio de almacenamiento definitivo o bien forma de destrucción de desechos (**ESPOL, 2011**).

EFLUENTE: Que fluye al exterior, descargado como desecho con o sin tratamiento previo; por lo general se refiere a descargas líquidas hacia cuerpos de aguas superficiales (**ESPOL, 2011**).

ESTANDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (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 representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente **(PERÚ, 2009)**.

EQUIPO AIRLES: es una máquina que pulveriza la pintura o recubrimiento por alta presión pero “sin aire”. El sistema de pulverización AIRLESS (sin aire), es ideal para la aplicación de pinturas en superficies pequeña, medianas y grandes como paredes, techos, estructuras, barcos, puentes, etc. El principio de funcionamiento es por compresión de la pintura, que se logra con bombas de pintura Airless a pistón o diafragma. Utilizan mangueras de alta presión para pintura que suelen ser de 7,5 m o 15 m. A la salida de la pistola, la boquilla, posee un orificio de salida muy pequeño con lo que al pasar la pintura sale pulverizada (por descompresión) **(IFEXPORT, 2016)**.

LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (LMP): Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente **(PERU, 2010)**.

IMPACTO AMBIENTAL: Es cuando una acción o una actividad produce alternación, favorable o desfavorable en el medio o en algunos de los componentes del medio **(ARMAS y ARMAS, 2001)**.

MONITOREO AMBIENTAL: Seguimiento permanente y sistemático mediante registros continuos, observaciones y/o mediciones, así como por evaluación de los datos que tengan incidencia sobre la salud y el medio ambiente, efectuado por la propia empresa (**ESPOL, 2011**).

PARÁMETROS DE CALIDAD: Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua (**PERÚ, 2012**).

SIMAI: Servicios Industriales de la Marina Iquitos.

7.2. Valorar los impactos por contaminación hídrica.

7.2.1. Símbolos que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia, de acuerdo a CONESA (2010).

Signo: El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) ó perjudicial (-), de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores.

Intensidad (I): se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El baremo de valoración está entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene carácter Puntual (1). Si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

Momento (MO): El plazo de manifestación de impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Mediano plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con un valor asignado (1).

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medios correctoras. Si dura menos de un año, se considera que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad.

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es corto plazo, se asigna un valor de (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible se le asigna el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Sinergia (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que lo provocan actúan de manera independiente no simultáneo. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF): Se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El

efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR): La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Irrecuperable se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

Importancia del impacto (I): La importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

VIII. MATERIALES Y METODOS

8.1. Lugar de ejecución

Se realizó en las instalaciones del astillero de la empresa Servicios Industriales de la Marina Iquitos (SIMAI), ubicado en las orillas del río Nanay, distrito de Punchana, provincia de Maynas, del departamento de Loreto. (Ver anexo Figura 1).

8.1.1. Antecedentes de la empresa SIMA-IQUITOS S.R.L. (ENVIROLAB, 2013)

El Centro de Operación SIMA-IQUITOS, es el astillero de mayor capacidad en la Amazonía peruana, cuenta con moderna infraestructura y su personal se desempeña bajo estrictas normas de calidad y seguridad industrial. Dicho centro, tiene una área de 127,000 m², cuenta con una grada, un dique flotante y dos varaderos para naves de hasta 1,500 toneladas, donde se construyen, modernizan y reparan embarcaciones fluviales de todo tipo como barcazas cisterna, lanchas de desembarco y transporte de personal, moto chatas, deslizadores, buques tópicos y turísticos, cruceros, empujadores, entre otras. Dispone también de importantes talleres para las actividades de metal mecánica y una capacidad para procesar 3,000 toneladas de acero al año.

La empresa SIMA IQUITOS S.R.L. cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Reubicación del Astillero en las orillas del río Nanay” de sus actividades industriales de su CENTRO DE OPERACIÓN SIMA IQUITOS, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales del Sub Sector

Industrias del Ministerio de la Producción (PRODUCE) mediante OFICIO N° 03683-2007-PRODUCE/DVI/DGI-DAAI.

8.1.2. Hidrología

La cuenca del río Nanay cubre una extensión de 1'721,343 ha y se origina en la parte norte del territorio de la Amazonía peruana, entre los ríos Tigre y Napo, en la confluencia de las quebradas Agua Blanca y Agua Negra y tiene como principales tributarios a los ríos Pintuyacu y Momón por su margen izquierda.

El río Nanay es afluente del río Amazonas y se caracteriza por ser un río de origen meándrico con una longitud de 442 Km. El lecho del río está conformado por material arenoso con cantos rodados y limo. En su recorrido se pueden observar una gran variedad de playas constituidas de arena blanca según **(IIAP, 2002)**.

8.1.3. Clima

Los valores promedios del nivel del río Nanay varían de 107,4 a 123 msnm con períodos de mayor creciente en marzo, abril y mayo y menor vaciante en los meses de agosto, setiembre y octubre. La amplitud del nivel puede variar de 4 a 10 m en un año **(IIAP, 2002)**.

8.1.3.1. Precipitación y temperatura

A lo largo del año tiene precipitaciones constantes por lo que no hay una estación seca bien definida, y tiene temperaturas que van desde los 21 °C a 33 °C. La temperatura promedio anual de Iquitos es 26,7 °C. La lluvia promedio es 2,616.2

mm por año. Debido que las estaciones del año no son sensibles en la zona ecuatorial (**IIAP, 2002**).

8.2. Materiales y equipo

8.2.1. De campo

GPS, guantes de jebe, chaleco salvavidas, bote motor peque peque, cooler, botellas de muestras vacías de medio litro de plástico y de vidrio, bolsa de polietileno, multiparámetro “WTW”, cámara fotográfica “Cannon”, formato de campo, bolígrafo plumones.

8.2.2. De gabinete

Laptop “Toshiba” Intel inside core i5, impresora “Canon” iP 2700, USB “Kingston” de 4gb, papeles Bond A4, materiales de escritorio.

8.3. Método

El estudio utilizó el **método explicativo**, en la que se considera la respuesta al ¿cómo? Se centra en responder a la pregunta ¿por qué es así la realidad? o ¿Cuáles son las causas? (**CABALLERO, 2008**).

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de Investigación es **aplicada**, denominada también tecnológica, se sustenta en los resultados de la investigación sustantiva y a partir de ellos investiga para estructurar procedimientos, innovar estrategias, crear artefactos, probarlos y estimar el valor pragmático que ostenta.

El nivel de investigación es el **evaluativo**, aunque se suele hacer una combinación con la investigación comparativa, ésta es única en el sentido de que aplica algún criterio o norma para que se pueda hacer un juicio de valoración, tal como lo bueno o malo, logrado o no logrado.

8.3.2. Población y muestra

8.3.2.1. Población

La población están considerados todos los parámetros evaluados por el informe de monitoreo ambiental calidad aguas residuales y aguas superficiales de laboratorios Envirolab Perú S.A.C

ECUADRO 3: Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticos o municipales.

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y Grasas	mg/l	20
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	200
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10 000
Sólidos Totales en Suspensión	ml/l	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: DS 03-2010-MINAM

CUADRO 4: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua – categoría 4, sub categoría E2: ríos selva.

PARÁMETROS	UNIDADES	ECA
FÍSICOS Y QUÍMICOS		
Aceites y grasas	mg/l	5
Cianuro Total	mg/l	0,0052
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)
Clorofila A	mg/l	**
Conductividad	µS/cm	1000
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	10
Fenoles	mg/l	2,56
Fosforo Total	mg/l	0,05
Nitratos (NO ₃)	mg/l	13
Amoniaco	mg/l	1,9
Nitrógeno Total	mg/l	**
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥5
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos suspendidos totales	mg/l	≤400
Sulfuros	mg/l	0,002
Temperatura	Celsius	Δ3
INORGÁNICOS		
Antimonio	mg/l	0,61
Arsénico	mg/l	0,15
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,00025
Cobre	mg/l	0,1
Cromo VI	mg/l	0,011
Mercurio	mg/l	0,0001
Níquel	mg/l	0,052
Plomo	mg/l	0,0025
Selenio	mg/l	0,005
Talio	mg/l	0,0008
Zinc	mg/l	0,12
ORGANICOS		
Hidrocarburos totales de petróleo HTTP	mg/l	0,5
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100L	2000

Fuente: DS 15-2015-MINAM

(b) 100 Después de la filtración simple

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

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.
- para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determina considerando la medida histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

8.3.2.2. Muestra

Se tomaron las muestras de los parámetros que se encuentran en el D.S 015–2015-MINAM más no los parámetros internacionales

a. Agua Residual

En el Cuadro 5 se representan todos los parámetros evaluados por los límites máximo permisibles y aguas residuales domesticas o municipales.

CUADRO 5: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y Grasas	mg/l	20
pH	Unidad de pH	6.5 – 8.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	200

b. Agua Superficial

En el Cuadro 6 se consigna todos los parámetros evaluados por el estándar de calidad ambiental de agua categoría 4, sub categoría E2: ríos selva.

CUADRO 6: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua – categoría 4, sub categoría E2: ríos selva. Seleccionados para estudio.

PARÁMETROS	UNIDADES	ECA
FÍSICOS Y QUÍMICOS		
Aceites y grasas	mg/l	5,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	10
pH	Unidad	6,5 a 9,0
Fenoles	mg/l	2,56
Conductividad	mg/l	1000
Sulfuros	mg/l	0,002
INORGÁNICOS		
Arsénico	mg/l	0,15
Bario	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0,00025
Cobre	mg/l	0,1
Cromo VI	mg/l	0,011
Mercurio	mg/l	0,0001
Níquel	mg/l	0,052
Plomo	mg/l	0,0025
Selenio	mg/l	0,005
ORGANICOS		
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	mg/l	0,5

8.3.3. Procedimiento

8.3.3.1. Comparar los parámetros de la contaminación hídrica.

Se tomaron los datos del informe técnico del monitoreo ambiental de la empresa contratista ENVIROLAB PERÚ S.A.C. que brinda servicio al SIMA-Iquitos, se hizo la interpretación de los monitoreos de los años 2012 – I y II semestre y 2013 – I y II semestre.

CUADRO 7: Puntos de muestreo, coordenadas y descripción de aguas residuales domesticas

Unidad de muestreo	Coordenadas UTM ZONA 18M-WGS 84		Descripción
	Norte N(y)	Este E(x)	
A – 01	9591728	0693561	Ubicado en la descarga final del desagüe domestico

CUADRO 8: Puntos de muestreo, coordenadas y descripción de aguas superficiales

Unidad de muestreo	Coordenadas UTM ZONA 18M-WGS 84		Descripción
	Norte N(y)	Este E(x)	
A – 02	9591759	0693382	300 metros aguas arriba de la descarga final del desagüe domestico río Nanay.
A - 03	9591574	0693642	300 metros aguas abajo de la descarga final del desagüe domestico río Nanay.
A - 04	9591804	0693469	Punto medio del astillero SIMAI. Río Nanay

La ubicación de las unidades de muestreo está en el anexo (Figura 1).

8.3.3.2. Valoración de la importancia del impacto ambiental.

8.3.3.2.1. Identificación de acciones y factores ambientales

Se identificaron las acciones (parámetros) susceptibles de producir impactos al agua que puedan ser causa de impacto durante el desarrollo industrial.

El medio que tiene una mayor o menor capacidad de acogida y que de alguna manera se evalúa estudiando los efectos que sobre los principales factores ambientales. Para el presente estudio se identificó de manera puntual el factor físico agua.

8.3.3.2.2. La matriz de importancia.

Se identificó las acciones (parámetros) y el factor ambiental: agua superficial que será impactado por aquellas acciones, permitió obtener la valoración cualitativa de la importancia del impacto.

8.3.3.2.3. La importancia del impacto.

Se representa por un número que se deduce mediante el modelo propuesto por **(CONESA, 2010)**. Ver anexo Cuadro N° 33.

$$I = \pm [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC].$$

Donde:

I = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

Indicadores de la importancia del impacto toma valores entre 13 y 100,

< 25 = Relevantes (Re)

25 - 50 = Moderado (Mo)

50 - 75 = Severos (Se)

> 75 = Críticos (Cri)

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto (I) generado por una acción simple de una actividad (A) sobre un factor ambiental considerado (F).

8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

8.4.1. Parámetros ambientales

Se tomaron los datos de los informes técnicos de la empresa Envirolab Perú S.A.C., de los años 2012 y 2013, I y II semestre cada uno; posteriormente se clasificó de acuerdo al D.S 15-2015-MINAM los parámetros ambientales convenientes para el estudio.

8.5. Técnicas de presentación de resultados

8.5.1. Técnicas para comparar los parámetros físicos y químicos para determinar la contaminación hídrica.

La presentación está facilitada en cuadros, gráficos y de forma descriptiva dando a conocer los resultados desarrollados y comparados por años y semestres de los parámetros ambientales seleccionados para el estudio.

8.5.2. Técnicas para valoración de la importancia del impacto ambiental.

8.5.2.1. Presentación de los datos de importancia del impacto:

Se aplicó la fórmula para conocer la importancia del impacto es decir del efecto de cada acción (parámetros) sobre el factor ambiental, utilizando hoja de cálculo EXCEL, como se observa en el anexo cuadro 34.

8.5.2.2. Presentación de los datos de la matriz de Importancia.

Se analizó la importancia de los impactos, que da una idea del efecto de cada acción impactante (parámetro) sobre el factor ambiental, utilizando hoja de cálculo EXCEL, como se observa en el anexo cuadro 35.

8.5.2.3. Presentación de los datos de importancia del impacto en aguas residuales

Se da a conocer los parámetros y los resultados del año 2012 - 2013 I y II semestre de acuerdo a los límites máximo permisible, como se observa en el anexo cuadro 36.

8.5.2.4. Presentación de los datos de importancia del impacto en aguas superficiales

Se da a conocer los parámetros y los resultados del año 2012 - 2013 I y II semestre de acuerdo a los límites máximo permisible, como se observa en el anexo cuadro 37.

IX. RESULTADOS

9.1, Aguas residuales domésticos

9.1.1. Potencial de Hidrogeno (pH)

En el Cuadro 9 y Figura 2 se observa que la mayor concentración de pH en el año y unidad de muestreo 2012 – I es 6,9 y la menor en el año y unidad de muestreo 2013 – II es 6,6.

Cuadro 9. Valores de pH en aguas residuales domesticas

Año	pH	LMP (D.S 03-2010- MINAM).
2012 – I	6,9	6,5 – 8,5
2012 – II	6,8	
2013 – I	6,6	
2013 – II	6,7	

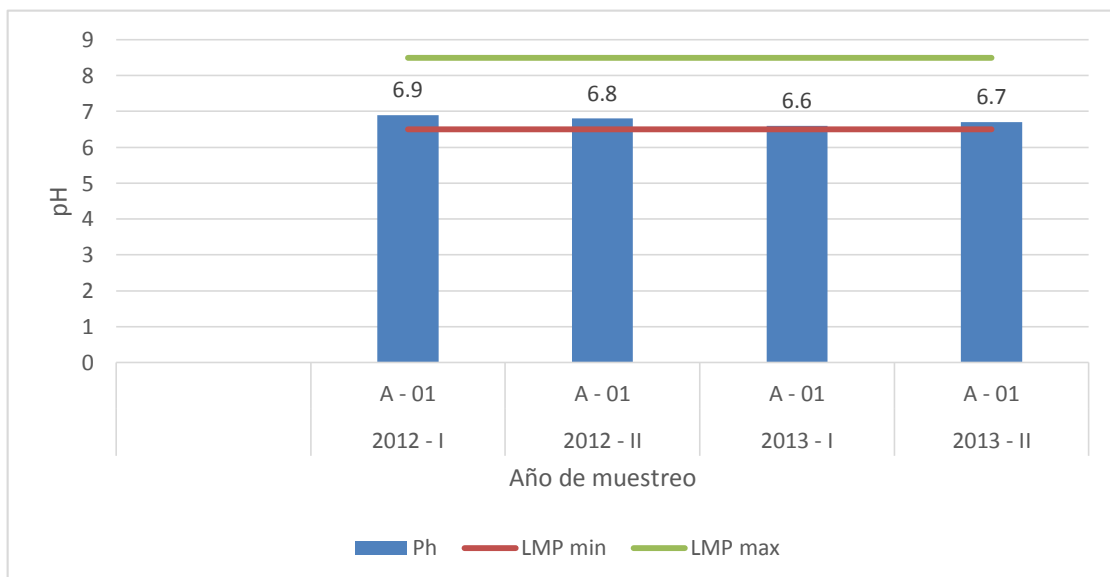


Figura 2. Valores de pH en aguas residuales domesticas

9.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en el año de muestreo 2012-I tiene un valor máximo de 260 mg/l (ver Cuadro N° 10 y Figura 3). El valor mínimo en el año de muestreo 2013-II es el valor de 13 mg/l.

Cuadro 10. Valores DBO₅ en aguas residuales domésticas

Año	DBO ₅ (mg/l)	LMP (D.S 03-2010- MINAM).
2012 - I	260	100 mg/l
2012 - II	32	
2013 - I	57	
2013 - II	13	

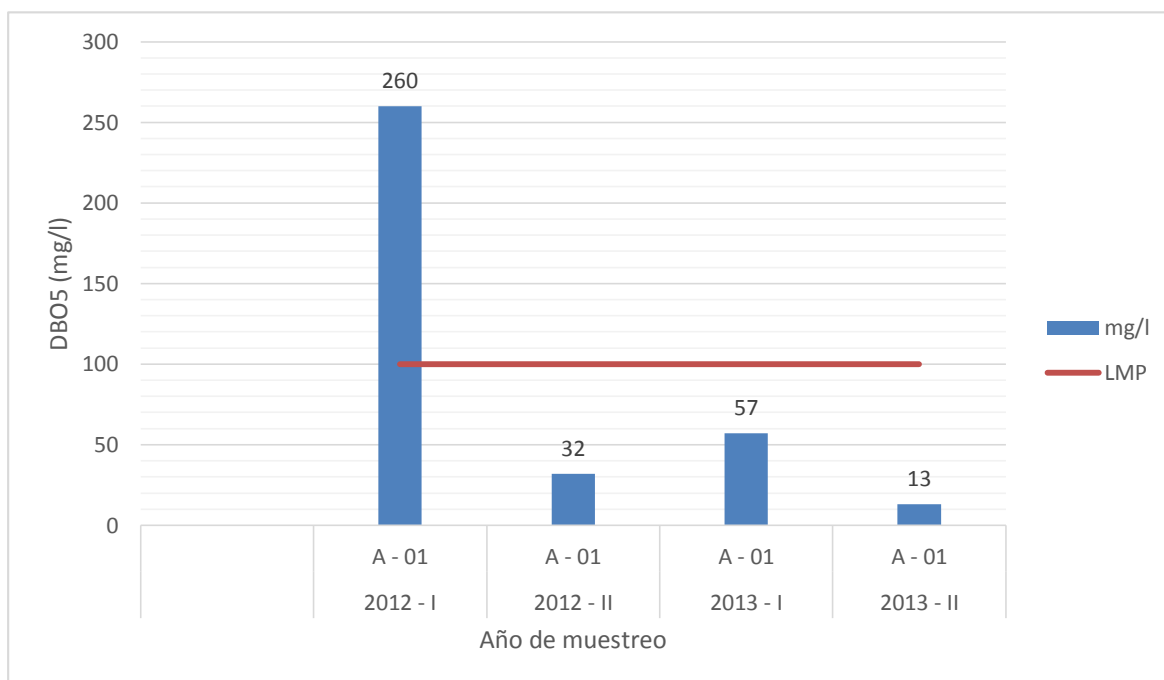


Figura 3. Valores DBO₅ en aguas residuales domésticas

9.1.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El valor máximo es del año 2012 – I es 387 mg/l, superando considerablemente el límites máximos permisibles para los efluentes domésticas con valor de 200 mg/l. Mientras los valores mínimos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (ver Cuadro 11 y Figura 4).

Cuadro 11. Valores DQO en aguas residuales domésticos

Año	DQO (mg/l)	LMP (D.S 03-2010- MINAM).
2012 - I	387	200 mg/l
2012 - II	72	
2013 - I	101	
2013 - II	56	

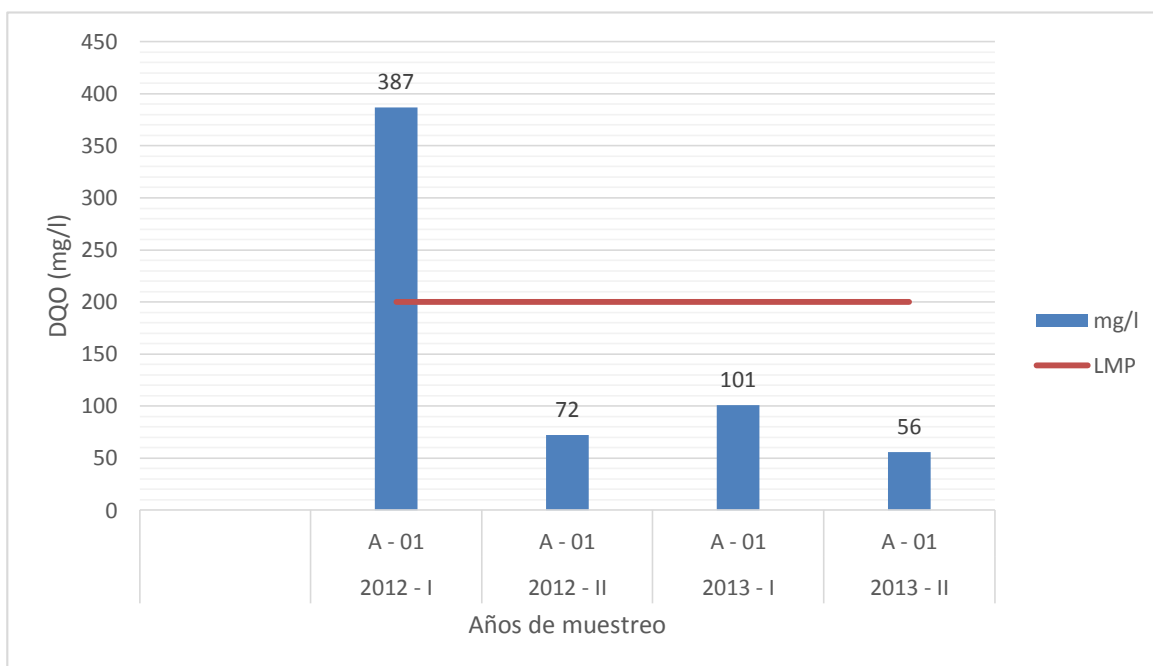


Figura 4. Valores DQO en aguas residuales domésticos

9.1.4. Aceites y Grasas

La mayor unidad de valores en aceites y grasas en efluentes domésticos (ver Cuadro N°12 y Figura 5) es 12 mg/l en la años de muestreo 2013-I, mientras el menor valor es 5 mg/l en dos unidades de muestreo 2012-II y 2013-II. Estos valores cumplen los límites máximos permisibles para efluente doméstico.

Cuadro 12. Valores de Aceites y Grasas en aguas residuales domésticos

Año	Aceites y Grasas (mg/l)	LMP (D.S 03-2010-MINAM).
2012 - I	11	20 mg/l
2012 - II	5	
2013 - I	12	
2013 - II	5	

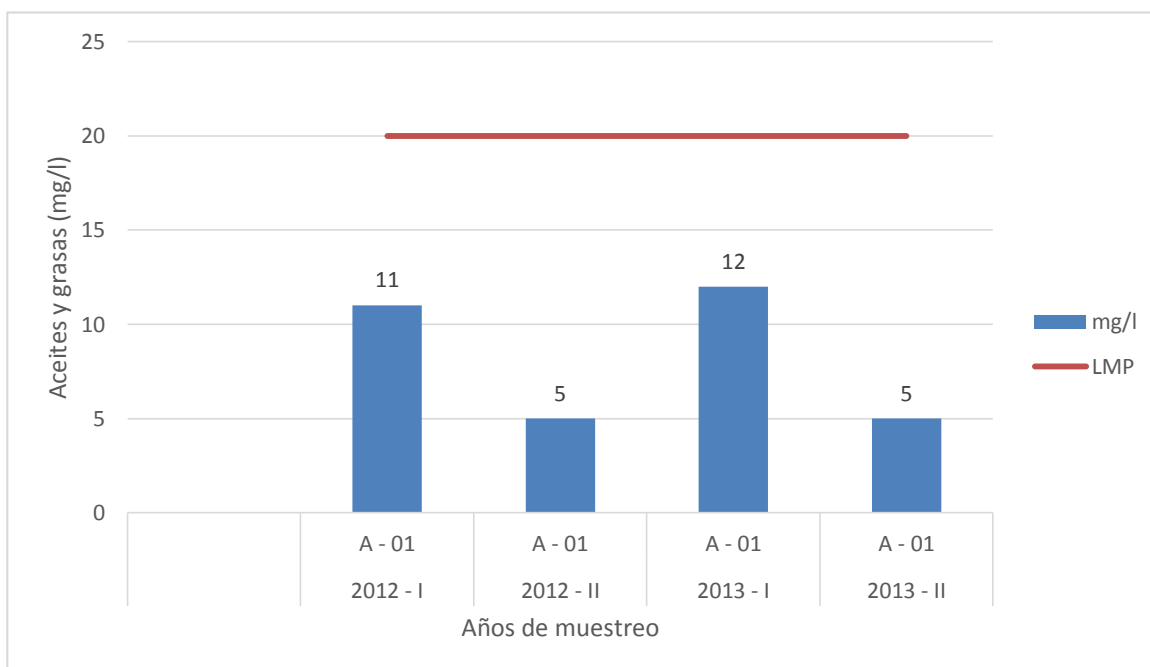


Figura 5. Valores de Aceites y Grasas en aguas residuales domésticos

9.2. Aguas superficiales

9.2.1. Potencial de Hidrogeno (pH)

En el Cuadro N°13 y Figura 6 se observa que en el año 2012 – II se observan la mayor concentración (A-02 con 7,9; A-03 con 7,8 y A-04 7.8), y la menor se presenta en los años de muestreo 2013 – I – II.

Cuadro 13. Valores de pH en aguas superficiales

Año	Unidad de muestreo	pH	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012-I	A-02	6,9	6,5 – 9,0
	A-03	6,7	
	A-04	6,8	
2012-II	A-02	7,9	
	A-03	7,8	
	A-04	7,8	
2013-I	A-02	6,3	
	A-03	6,1	
	A-04	5,6	
2013-II	A-02	5,3	
	A-03	5,3	
	A-04	5,7	

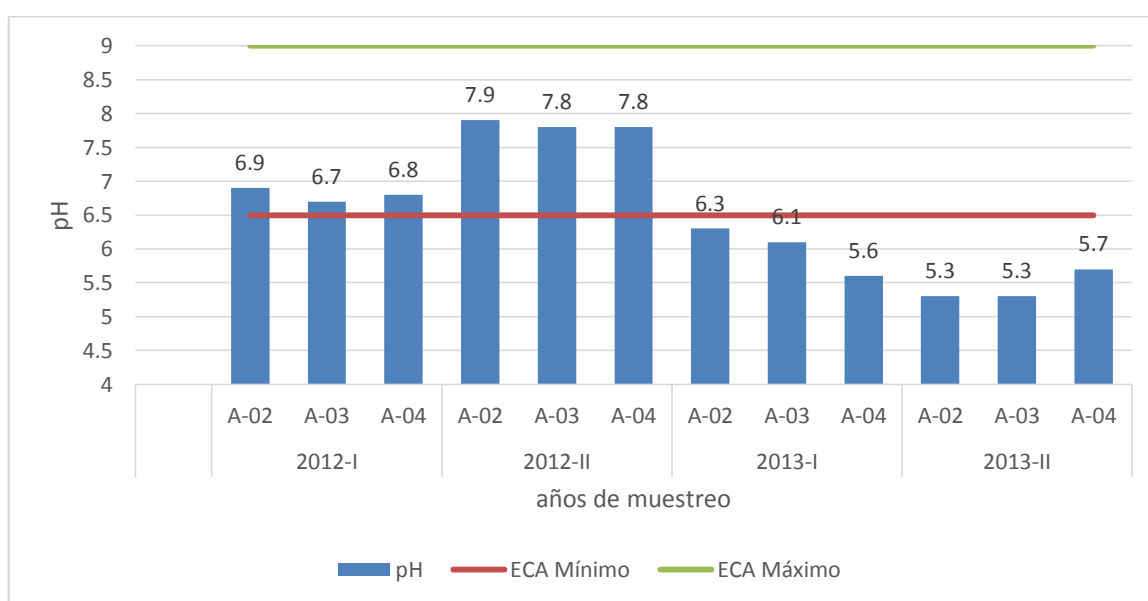


Figura 6. Valores de pH en aguas superficiales

9.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La mayor en las unidades en los años de muestreo 2012-I A-03 y 2013-II punto de muestreo A-04 son de 5 mg/l, mientras que el menor son los demás puntos de muestreo con valores de <1 mg/l (ver Cuadro14 y Figura 7).

Cuadro 14. Valores de DBO₅ en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	DBO ₅ (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<1	10mg/l
	A-03	5	
	A-04	<1	
2012 - II	A-02	<1	
	A-03	<1	
	A-04	<1	
2013 - I	A-02	<1	
	A-03	<1	
	A-04	<1	
2013 - I	A-02	<1	
	A-03	<1	
	A-04	5	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

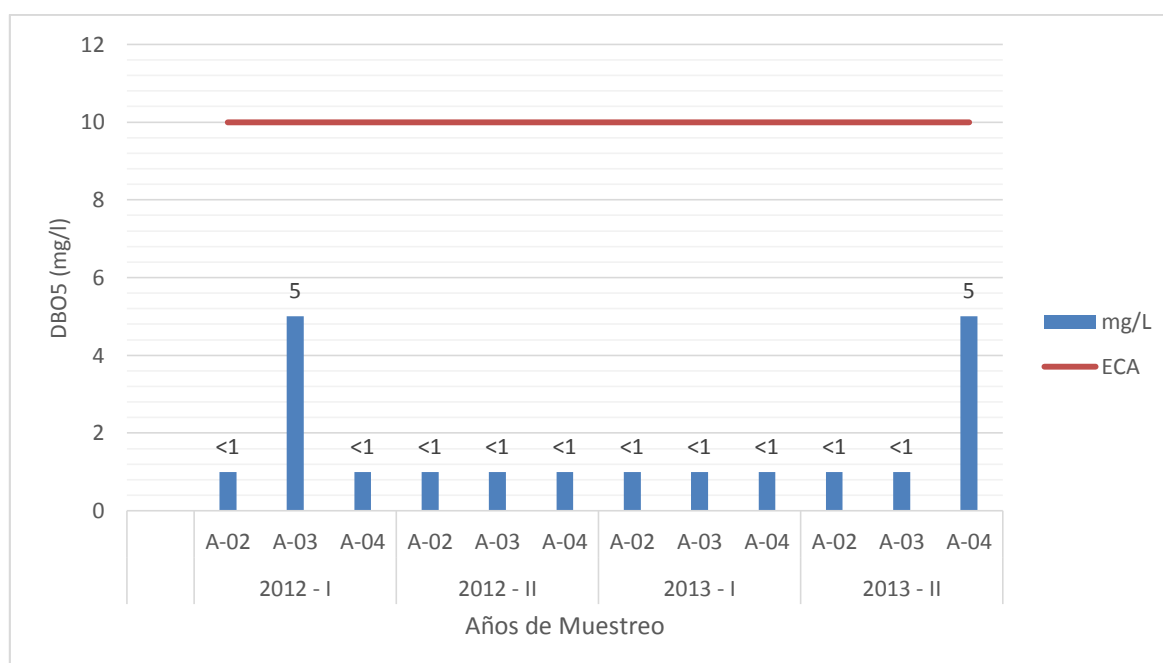


Figura 7. Valores de DBO₅ en agua superficial

9.2.3. Aceites y Grasas

Según el estándar de calidad de agua en categoría 4 E2: ríos selva los aceites y grasas presenta 5 mg/l, por lo tanto los resultados obtenidos en los años de muestreo 2012-I, 2012-II, 2013-I y 2013-II son de 1 mg/l. Estos resultados se encuentran dentro del ECA (ver Cuadro15 y Figura 8).

Cuadro 15. Valores Aceites y Grasas en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Aceites y Grasas (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	1	5 mg/l
	A-03	1	
	A-04	1	
2012 - II	A-02	1	
	A-03	1	
	A-04	1	
2013 - I	A-02	1	
	A-03	1	
	A-04	1	
2013 - II	A-02	1	
	A-03	1	
	A-04	1	

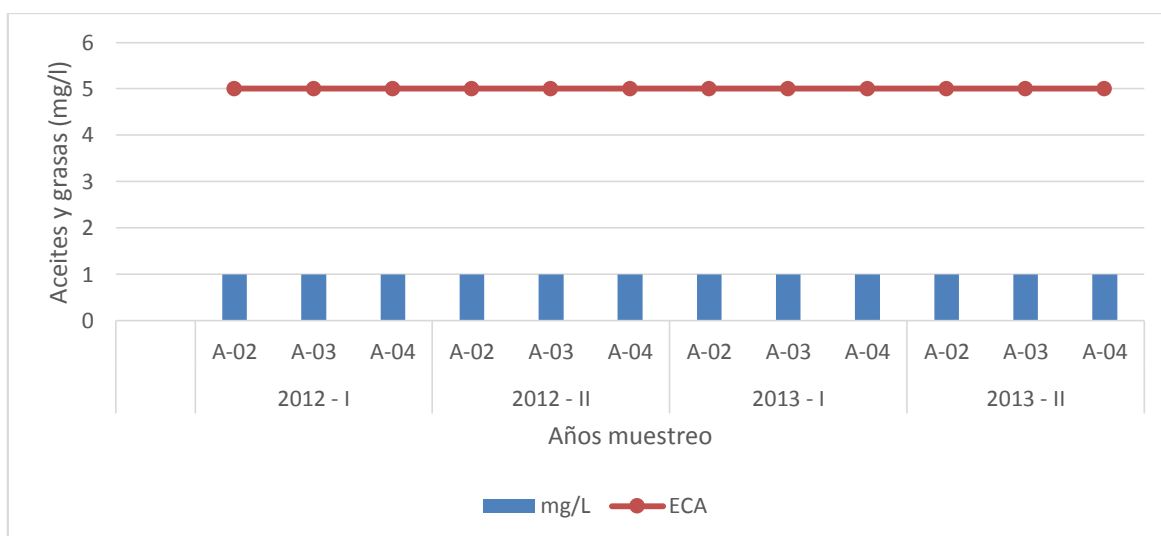


Figura 8. Valores de Aceites y Grasas en agua superficial

9.2.4. Conductividad

El resultado del monitoreo (ver Cuadro 16 y Figura 9) la conductividad tiene en los años de muestreo un valor máximo de 33,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2012 – I – punto de muestreo A-04 y un menor valor de 8,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la años de muestreo 2012 –II – punto de muestreo A-03 y A-04. De acuerdo a los ECA para Agua, categoría 4, sub categoría E2: Ríos Selva la conductividad presenta un valor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Cuadro 16. Valores de Conductividad en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	32,2	1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	A-03	31,6	
	A-04	33,8	
2012 - II	A-02	10,1	
	A-03	8,7	
	A-04	8,7	
2013 - I	A-02	17,2	
	A-03	13,2	
	A-04	14,4	
2013 - II	A-02	17,0	
	A-03	11,0	
	A-04	11,6	

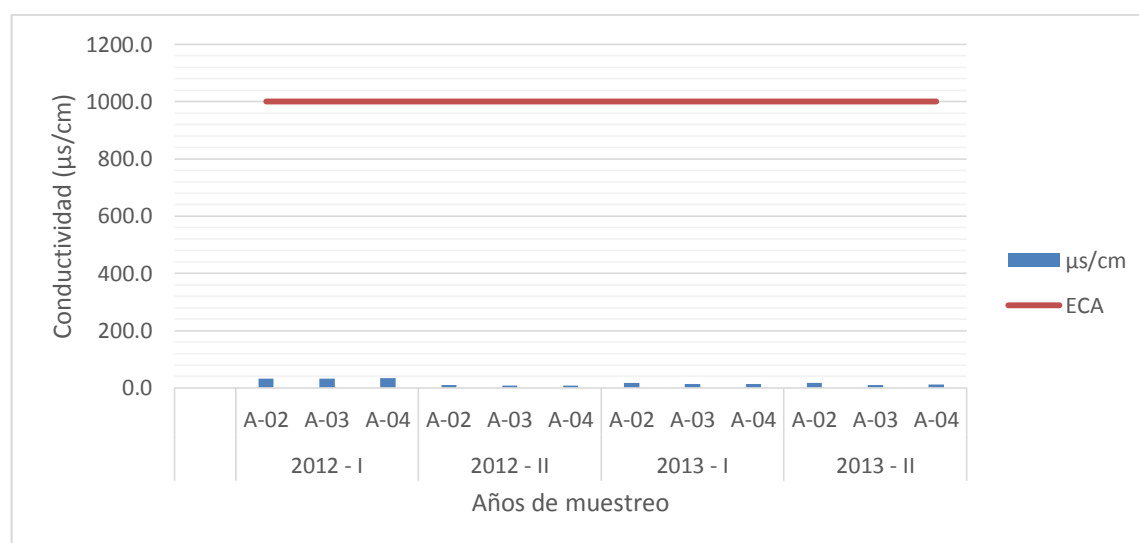


Figura 9. Valores de Conductividad en agua superficial

9.2.5. Cromo Hexavalente (Cr VI)

La concentración de Cromo Hexavalente, el mayor de los años de muestreo 2013-I y 2013-II es 0,01 mg/l, mientras que la concentración menor 2012-I y 2012-II es 0,005 mg/l (ver Cuadro 17 y Figura 10).

Cuadro 17. Valores de Cromo Hexavalente en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Cromo VI (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<0,005	0,011 mg/l
	A-03	<0,005	
	A-04	<0,005	
2012 - II	A-02	<0,005	
	A-03	<0,005	
	A-04	<0,005	
2013 - I	A-02	<0,01	
	A-03	<0,01	
	A-04	<0,01	
2013 - II	A-02	<0,01	
	A-03	<0,01	
	A-04	<0,01	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

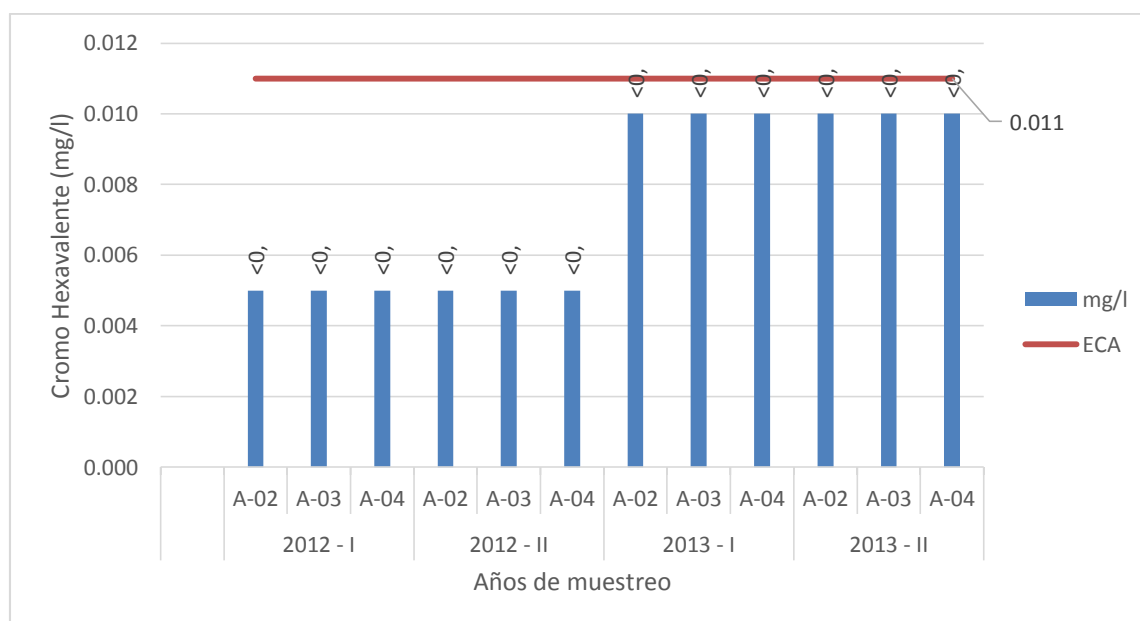


Figura 10. Valores de Cromo Hexavalente en agua superficial

9.2.6. Fenoles

La mayor concentración de Fenoles (ver Cuadro 18 y Figura 11) del año de muestreo 2013 – I y II con los punto de muestreo A-02, A-03, A-04 es <0,0007 mg/l, mientras los valores menores 2012-I y 2012-II es <0,0005 mg/l. Por lo tanto, este parámetro cumple con el ECA para agua que tiene un valor superior de 2.56 mg/l.

Cuadro 18. Valores de Fenoles en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Fenoles (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<0,0005	2,56 mg/l
	A-03	<0,0005	
	A-04	<0,0005	
2012 - II	A-02	<0,0005	
	A-03	<0,0005	
	A-04	<0,0005	
2013 - I	A-02	<0,0007	
	A-03	<0,0007	
	A-04	<0,0007	
2013 - II	A-02	<0,0007	
	A-03	<0,0007	
	A-04	<0,0007	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

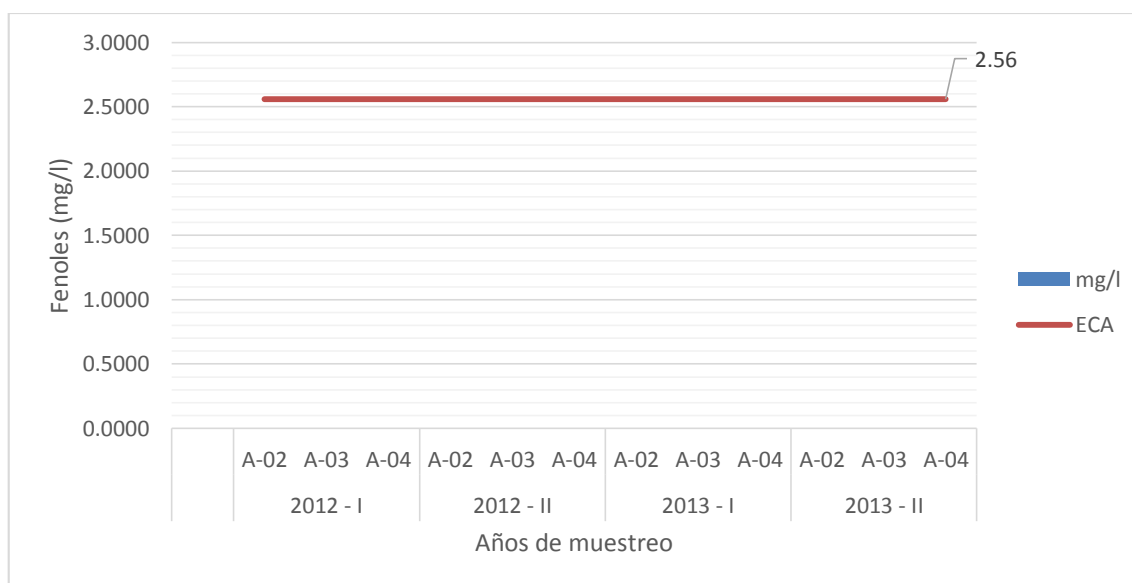


Figura 11. Valores de fenoles en agua superficial

9.2.7. Hidrocarburo Totales de Petróleo (HTP)

Los hidrocarburos totales de petróleo, el mayor año de muestreo 2012-II; 2013 I y II en los puntos de muestreo A2-A3-A4 es <0,20 mg/l, estos valores menores no son significativos a nivel de cuantificación, mientras que el valor promedio menor 2012-I es 0,0 mg/l menores de nivel de cuantificación indicado (ver Cuadro 19 y Figura 12).

Cuadro 19. Valores de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en agua superficial

Año	Unidad de muestreos	Hidrocarburos totales de petróleo (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	0	0,5 mg/l
	A-03	0	
	A-04	0	
2012 - II	A-02	<0,20	
	A-03	<0,20	
	A-04	<0,20	
2013 - I	A-02	<0,20	
	A-03	<0,20	
	A-04	<0,20	
2013 - II	A-02	<0,20	
	A-03	<0,20	
	A-04	<0,20	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

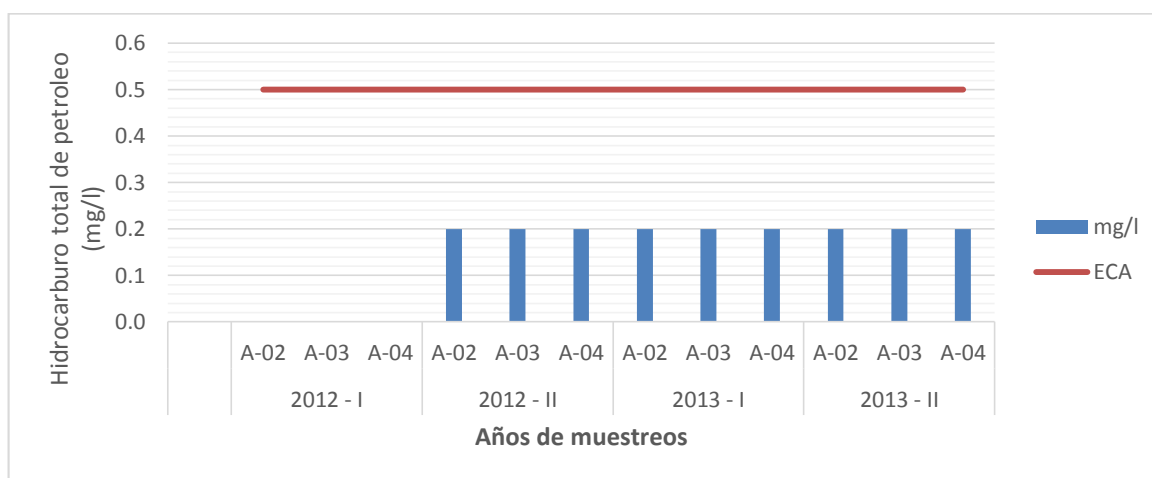


Figura 12. Valores de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en agua superficial

9.2.8. Sulfuro

La concentración de Sulfuros en todas las unidades de muestreo es <0,002 mg/l, encontrándose por debajo del Estándar de Calidad Ambiental con 0,02 mg/l (ver Cuadro 20 y Figura 13).

Cuadro 20. Valores de Sulfuro en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Sulfuro (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	< 0,002	0,002 mg/l
	A-03	< 0,002	
	A-04	< 0,002	
2012 - II	A-02	< 0,002	
	A-03	< 0,002	
	A-04	< 0,002	
2013 - I	A-02	< 0,002	
	A-03	< 0,002	
	A-04	< 0,002	
2013 - II	A-02	< 0,002	
	A-03	< 0,002	
	A-04	< 0,002	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

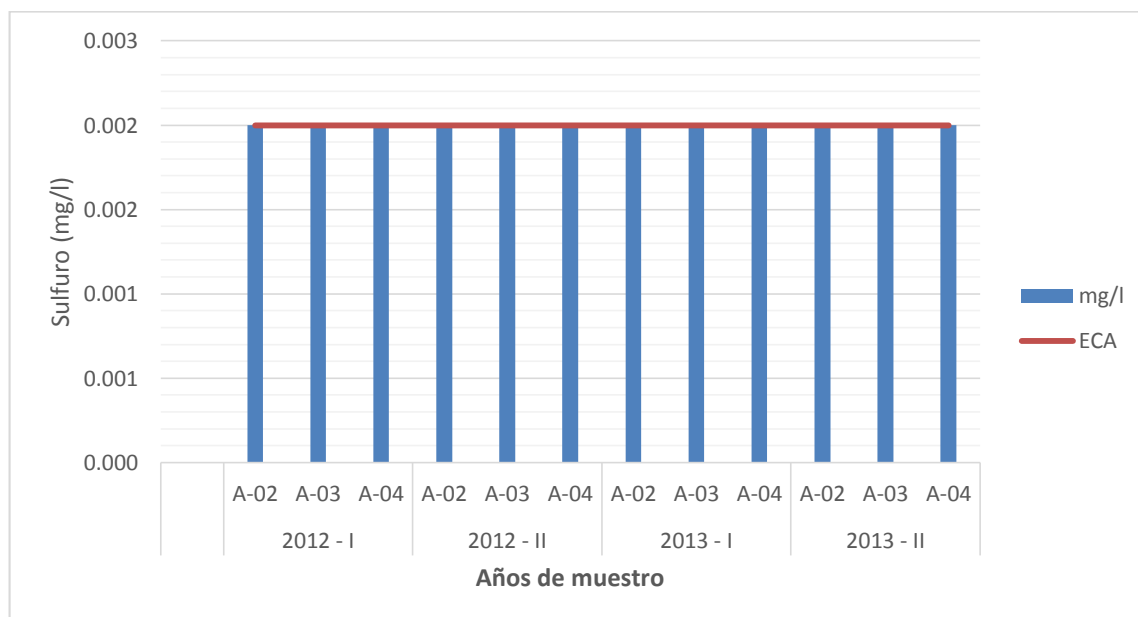


Figura 13. Valores de Sulfuro en agua superficial

9.2.9. Arsénico Total

La concentración de Arsénico total en todas las unidades de muestreo es $<0,002$ mg/l tal como se observa en el Cuadro 21 y Figura 14, estos valores se encuentran muy por debajo de lo estipulado por el ECA del agua, que indica 0,15 mg/l.

Cuadro 21. Valores de Arsénico Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Arsénico total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	$<0,002$	0,15 mg/l
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2012 - II	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2013 - I	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2013 - II	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

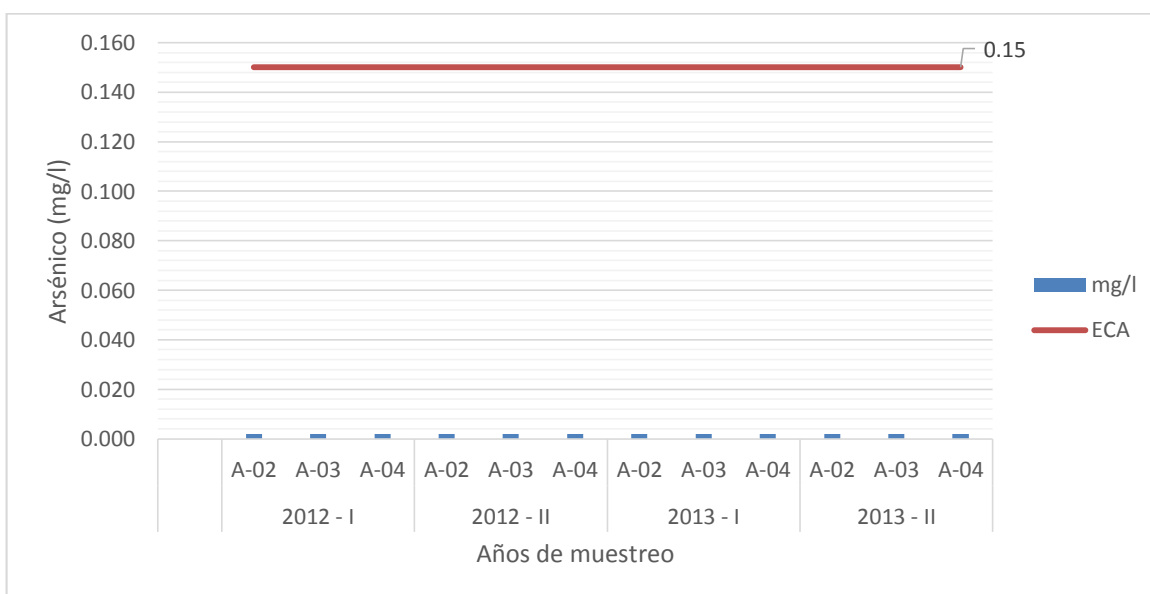


Figura 14. Valores de Arsénico Total en agua superficial

9.2.10. Bario Total

En el Cuadro 22 y Figura 15 se representa la concentración de Bario total, siendo el año de muestreo 2012 – I (unidad de muestreo A-04) el más alto con 0,033 mg/l, y el menor es 0,010 mg/l de la unidad de muestreo A-02, año de muestreo 2013 – I. Encontrándose dentro del rango del estándar de calidad ambiental del agua.

Cuadro 22, Valores de Bario Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Bario total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	0,007	1 mg/l
	A-03	0,008	
	A-04	0,033	
2012 - II	A-02	0,008	
	A-03	0,008	
	A-04	0,017	
2013 - I	A-02	0,010	
	A-03	0,009	
	A-04	0,012	
2013 - II	A-02	0,013	
	A-03	0,013	
	A-04	0,016	

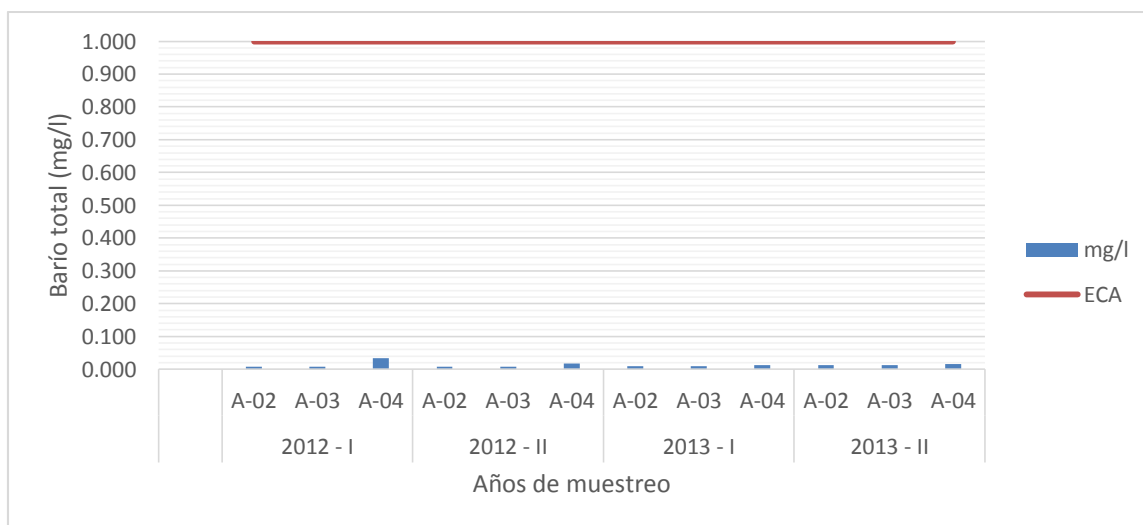


Figura 15. Valores de Bario Total en agua superficial

9.2.11. Cadmio Total

El cadmio total promedio en todas las unidades de muestreo es de <0,001 mg/l, valores por encima de lo estipulado por el estándar de calidad ambiental de agua, que indica 0,00025 mg/l como muestra en el Cuadro 23 y Figura 16.

Cuadro 23, Valores de Cadmio Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Cadmio total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<0,001	0,00025 mg/l
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2012 - II	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2013 - I	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2013 - II	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada



Figura 16. Valores de Cadmio Total en agua superficial

9.2.12. Cobre Total

La mayor concentración de Cobre total (ver Cuadro 24 y Figura 17) es $<0,004$ mg/l del año de muestreo 2012 – I punto de muestreo A-04 (punto medio del astillero SIMAI, río Nanay), mientras que el menor de las demás estaciones de muestreo son de $<0,002$ mg/l.

Cuadro 24. Valores de Cobre Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Cobre total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	$<0,002$	0,1 mg/l
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,004$	
2012 - II	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2013 - I	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2013 - II	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

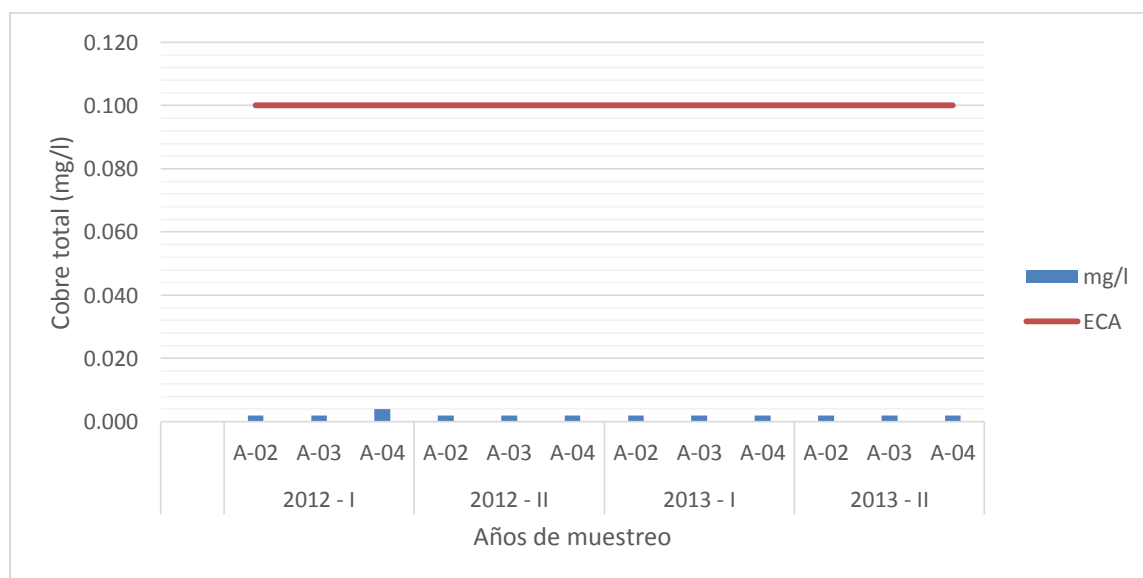


Figura 17. Valores de Cobre Total en agua superficial

9.2.13. Níquel Total

La concentración de Níquel total en todas los años de muestreo (año 2012 I y II, 2013 I y II), tienen los valores de <0,001 mg/l. Estos valores se encuentran dentro del ECA para agua (ver Cuadro 25 y Figura 18).

Cuadro 25. Valores de Níquel Total en Agua Superficial

Año	Unidad de muestreo	Níquel total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<0,001	0,052 mg/l
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2012 - II	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2013 - I	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2013 - II	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

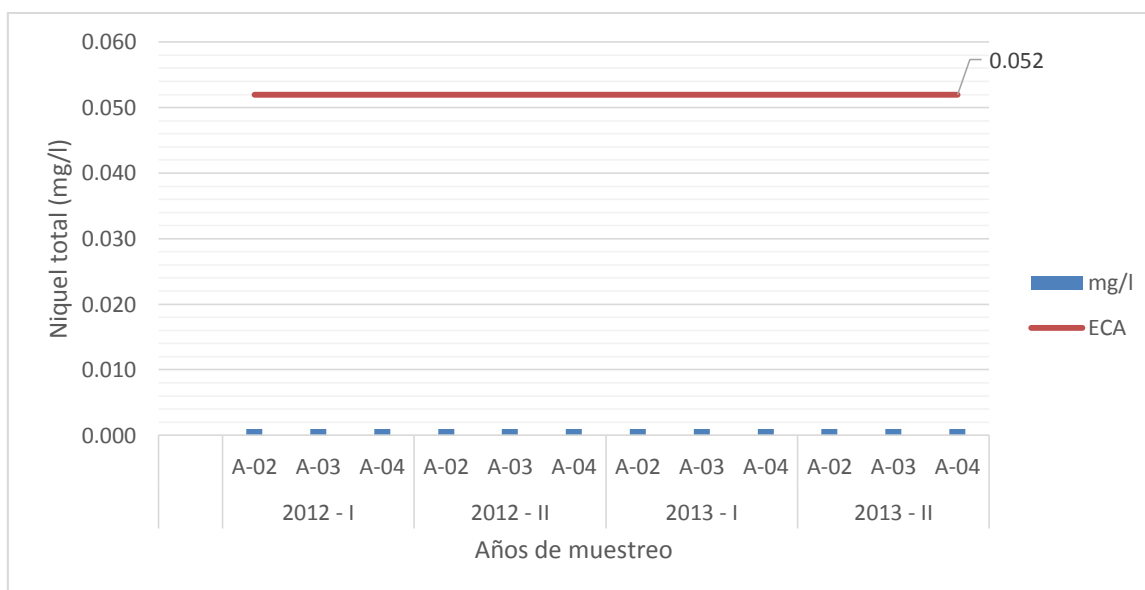


Figura 18. Valores de Níquel Total en Agua Superficial

9.2.14. Plomo Total

El valor reportado de la concentración del Plomo total mayor se encuentra en el año de muestreo 2012 – II en la unidad de muestreo A-04 (punto medio del astillero SIMAI río Nanay) es 0,008 mg/l valor que supera el ECA del Agua que indica 0,0025 mg/l (ver Cuadro 26 y Figura 19).

Cuadro 26. Valores de Plomo Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Plomo total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<0,001	0,0025 mg/l
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2012 - II	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	0,008	
2013 - I	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	
2013 - II	A-02	<0,001	
	A-03	<0,001	
	A-04	<0,001	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

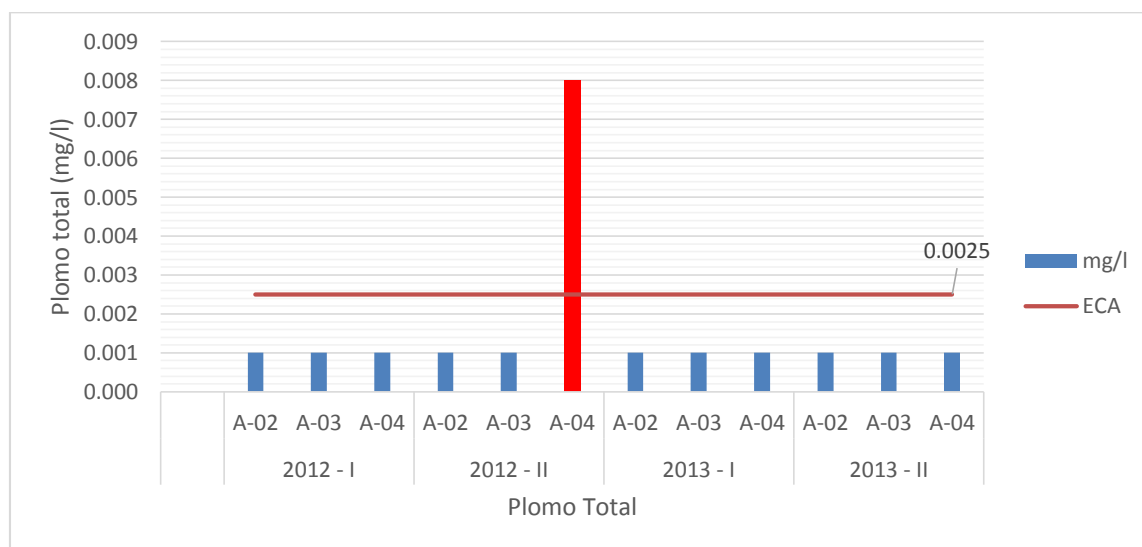


Figura 19. Valores de Plomo Total en agua superficial

9.2.15. Selenio Total

La concentración de Selenio total en todos los años de muestreo es $<0,002$ mg/l, encontrándose por debajo del Estándar Nacional de Calidad de Agua que es $0,005$ mg/l, como se muestra en el Cuadro 27 y Figura 20,

Cuadro 27. Valores de Selenio Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreos	Selenio Total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	$<0,002$	0,005 mg/l
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2012 - II	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2013 - I	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	
2013 - II	A-02	$<0,002$	
	A-03	$<0,002$	
	A-04	$<0,002$	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

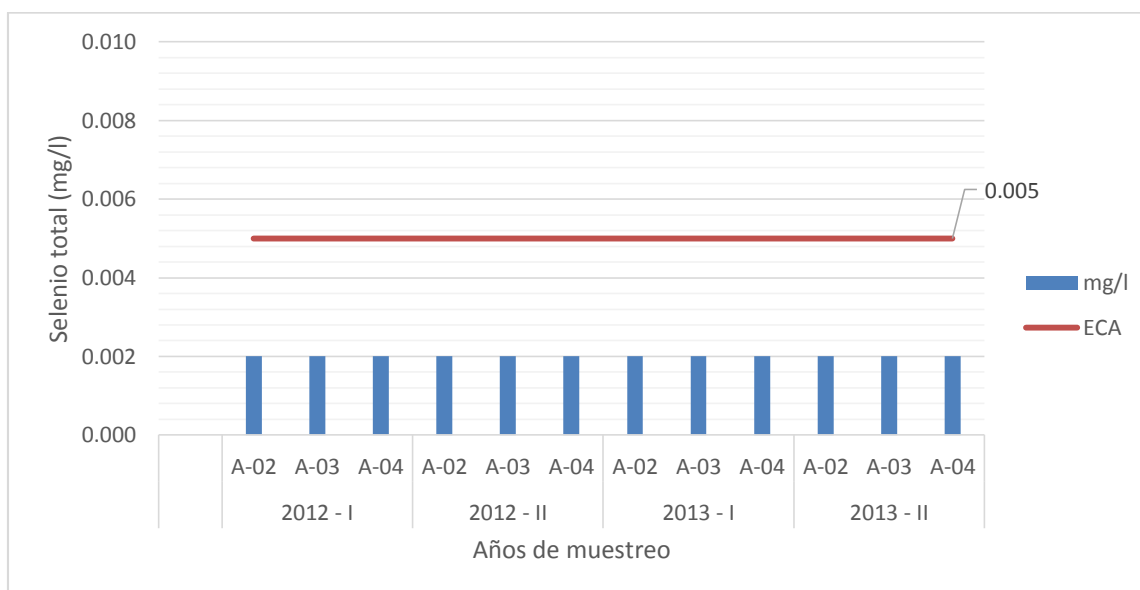


Figura 20. Valores de Selenio Total en agua superficial

9.2.16. Mercurio Total

La concentración de Mercurio total del año de muestreo 2013 - II punto de muestreo A-03 (300 metros aguas debajo de la descarga final desagüe doméstico río Nanay) es 0,0004 mg/l, siendo este punto el más alto (ver Cuadro N° 28 y Figura N°21). La presencia de este elemento está por encima de los ECA del Agua, que indica 0,0001 mg/l.

Cuadro 28. Valores de Mercurio Total en agua superficial

Año	Unidad de muestreo	Mercurio total (mg/l)	ECA (D.S, 15-2015-MINAM)
2012 - I	A-02	<0,0001	0,0001 mg/l
	A-03	<0,0001	
	A-04	<0,0001	
2012 - II	A-02	<0,0001	
	A-03	<0,0001	
	A-04	<0,0001	
2013 - I	A-02	<0,0001	
	A-03	<0,0001	
	A-04	<0,0001	
2013 - II	A-02	<0,0001	
	A-03	0,0004	
	A-04	0,0001	

<: No detectable a nivel de cuantificación identificada

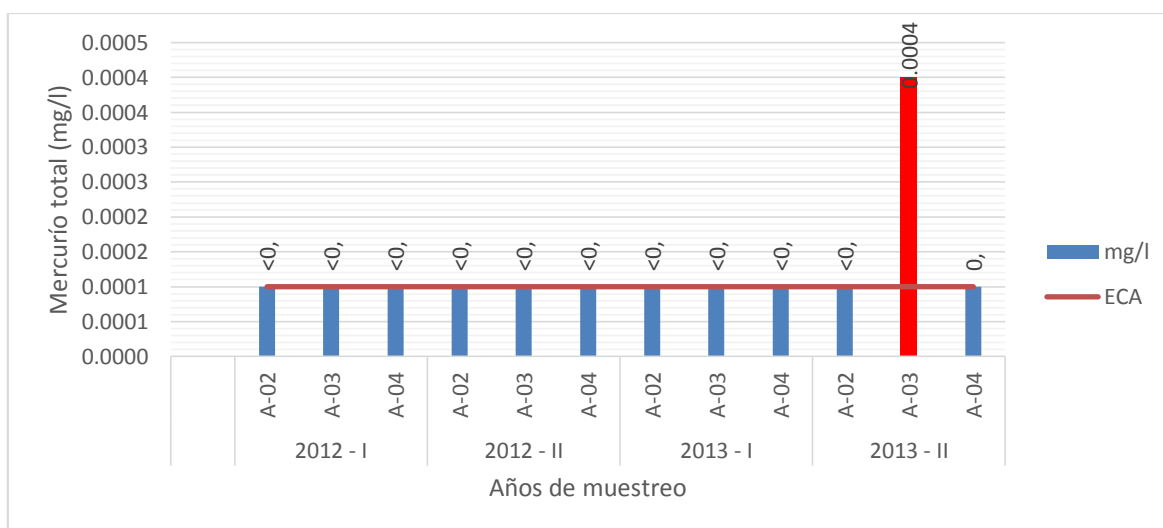


Figura 21. Valores de Mercurio Total en agua superficial

9.3, Importancia del Impacto

9.3.1. Importancia del Impacto Aguas Residuales

De acuerdo a la fórmula de la valoración de importancia del impacto (CONESA 2010), se obtuvo como resultado valores entre 26 y 34 que lo califica con el grado de calidad ambiental "MODERADO" para los parámetros pH, DBO₅, DQO, Aceites y Grasas (ver cuadro 29 y 30). De esta misma manera se considera para los cuatro parámetros como importancia total de impacto ambiental "MODERADO" con resultado de 30,

Cuadro 29. Valores de importancia de impactos en aguas residuales

PARAMETROS	3I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	TOTAL
pH	3	2	4	4	1	2	1	4	4	1	26
DBO ₅	6	2	4	4	1	4	4	4	4	1	34
DQO	6	2	4	4	1	4	4	4	4	1	34
Aceites y Grasas	3	2	4	4	1	2	1	4	4	1	26

Cuadro 30. Matriz de importancia en aguas residuales

PARAMETROS	FASE DE FUNCIONAMIENTO				
	ACCIONES				
AGUA RESIDUAL	pH	DBO ₅	DQO	Aceites y Grasas	IT
CALIDAD	26	34	34	26	30
TOTAL	MO	MO	MO	MO	MO

9.3.2. Importancia del Impacto Aguas Superficiales

De acuerdo a la fórmula de la valoración de importancia del impacto (CONESA 2010), se obtuvo como resultado valores entre 16 a 24 y que se califica con el grado de calidad ambiental como "RELEVANTE" para los parámetros pH, DBO₅, Aceites y Grasas, Conductividad, Cromo VI, Fenoles, Hidrocarburos Totales de

Petróleo (HTP), Sulfuro, Arsénico, Bario, Cobre, Níquel, Plomo, Selenio y Mercurio.

En relación a la calidad ambiental calificada como "SEVERO" (ver cuadro 31) se identificó al parámetro ambiental del Cadmio cuyos valores superan los Estándares de calidad ambiental (ver cuadro 32), por cuanto se considera la Intensidad, Extensión, Persistencia, Sinergia, refuerzan esta magnitud elevada que disminuye su calidad ambiental. En la importancia total de impacto ambiental se considera como "RELEVANTE" con resultado de 20,94.

Cuadro 31, Valores de importancia de impactos en aguas superficiales

PARAMETROS	3I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	TOTAL
pH	6	2	4	1	1	1	1	1	2	1	20
DBO ₅	3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	17
Aceites y Grasas	3	2	4	1	1	3	1	1	1	1	18
Conductividad	3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	17
Cromo VI	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	16
Fenoles	3	2	4	1	1	3	1	1	1	1	18
HTP	3	2	4	1	1	3	1	1	1	1	18
Sulfuro	3	2	4	1	1	1	1	1	2	1	17
Arsénico	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	16
Bario	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	16
Cadmio	24	16	4	1	2	3	4	4	4	2	64
Cobre	3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	17
Níquel	3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	17
Plomo	6	4	4	1	1	3	1	1	2	1	24
Selenio	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	16
Mercurio	6	4	4	1	1	3	1	1	2	1	24

Cuadro 32, Matriz de Importancia en Aguas Superficiales

PARAMETROS	FASE DE FUNCIONAMIENTO																
	ACCIONES																
A SUPERFICIA	pH	DBO ₅	Aceites Grasas	Con	Cr	Fenoles	HTP	Sul	As	Ba	Cd	Cu	Ni	Pb	Se	Hg	IT
CALIDAD	20	17	18	17	16	18	18	17	16	16	64	17	17	24	16	24	20,94
TOTAL	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE	SE	RE	RE	RE	RE	RE	RE

X. DISCUSION

10,1, Aguas Residuales Domésticos

Los cuatros resultados en los años de muestreo indican que el **Potencial de Hidrogeno (pH)** (ver Cuadro 9 y Figura 2) que las aguas residuales generados por SIMAI vertidos al río Nanay se encontraron dentro de los límites máximo permisible (de 6,5 a 8,5 unidades). En tal sentido se está controlando el nivel de pH en el pozo séptico del SIMAI.

La **Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO₅)** el Cuadro 10 y Figura 3, se muestran en la años de muestreo 2012 – I tiene un valor de 260 mg/l que supera ampliamente los Límites Máximos Permisibles para efluentes domésticos que es 100 mg/l.

En otras investigaciones afines realizado en la planta de tratamiento (MARÍN y OSÉS, 2013), determinaron que cuando se descarga aguas con DBO alta (superando a los límites máximos permisible) a un cuerpo de agua, las bacterias y otros microorganismos dispone de una rica fuente de alimentos, lo que permite que se reproduzcan con rapidez. Las cantidades, cada vez mayores de bacterias, consumen el oxígeno del agua. Si la DBO del efluente es demasiado elevada, o el cuerpo receptor no es capaz de diluirla hasta alcanzar un nivel seguro, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye de tal forma que los peces y otros organismos acuáticos mueren asfixiado.

La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** como se muestra en el Cuadro 11 y Figura 4 se muestra en la años de muestreo 2012 – I tiene un valor máximo de 387 mg/l superando ampliamente los LMP para efluentes domésticos que es 200 mg/l.

Esto muestra que en ese etapa el pozo séptico del SIMAI estaba en mantenimiento, por tal motivo el resultado de DQO Y DBO son muy elevados, trayendo como consecuencia así como el DBO no es capaz de diluirla hasta alcanzar un nivel seguro, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye de tal forma que los peces y otros organismos acuáticos mueren asfixiado según (MARÍN y OSÉS, 2013).

El LMP en **aceites y grasas** es 20 mg/l, en el Cuadro 12 y Figura 5, se muestra en la años de muestreo del año 2013 – I un valor máximo de 12 mg/l, encontrándose dentro de los LMP. Por tal motivo no hay alteración biológica del punto de vertimiento al cuerpo receptor (Río Nanay).

10,2, Aguas Superficiales

El **Potencial de Hidrogeno (pH)** como se muestra en el Cuadro 13 y Figura 6, en los años de muestreo 2013 – I (A-02 con 6,3; A-03 con 6,1 y A-04 con 5,6) y 2013 – II (A-02 con 5,3; A-03 con 5,3 y A-04 con 5,7) se encuentra en un rango ácido, estos los valores se encuentran por debajo de los ECAS (entre 6,5 y 8,5).

Así mismo, en otras investigaciones realizados el monitoreo de agua superficial en la cuenca del río Nanay por la ANA (2013) monitorearon en 11 puntos de

muestreos, 7 para Río Nanay, 3 para el Río Pintuyacu y 1 para el Río Momón, en la que encontraron concentraciones de pH en el rango ácido (5,07 Unid. pH y 6,26 Unid. pH). Esto manifiesta una similitud de valores que presenta la cuenca del río Nanay. En tal sentido los valores que se encuentra por debajo de los ECAS según ANA (2013) se debe a la actividad biológica de los cuerpos de agua superficial de selva y la interacción del agua con los sedimentos ribereños y los que forman el lecho. Estos sedimentos contienen principalmente minerales arcillosos que contiene en su composición: hierro, aluminio y manganeso, además de ácidos húmicos (descomposición de la materia orgánica vegetal y animal) por las escorrentías fluviales.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)** según los valores en el Cuadro 14 y Figura 7 el DBO₅, la calidad de agua superficial en los años de muestreo (2012 – I; 2012 – II; 2013 – I y 2013 – II) se encuentra dentro de los ECAS, por tal motivo el SIMAI no está alterando la vida acuática en el río Nanay.

En este parámetro los valores **Aceites y Grasas** de (ver Cuadro 15 y Figura 8) la calidad de agua superficial en las unidades de muestreo (2012 – I; 2012 – II; 2013 – I y 2013 – II) se encuentra dentro de los ECAS, en este sentido el SIMAI no está alterando la vida acuática en el río Nanay. Sin embargo ELAW (2013) realizó la interpretación de las muestras de agua en la cuenca del río Pastaza en nueve quebradas, ocho cochas y en una de esas cochas se llama Ullpayaco. En esta cocha se encontró valores elevados a 10 mg/l. El antiguo ECA (DS 002-2008) el valor para la conservación del ambiente acuático para ríos de la selva es cero (ausencia). Actualmente salió la modificación del ECA (DS 015-2015) que

establece en la categoría 4, E2 ríos selva, para aceite y grasas es 5 mg/l y ya no cero con el antiguo decreto.

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, la **Conductividad** (ver Cuadro N°16 y Figura 9) se encuentra dentro del ECA. El monitoreo que realizó ANA (2013) en el punto de muestro (Río Nanay, frente al puerto de Bellavista) tuvo como resultado 10,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Lo que demuestra ELAW (2013) que hay poca concentraciones de iones y por ende menor conductividad.

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Cromo Hexavalente** (ver Cuadro 17 y Figura 10) se encuentra dentro del ECA con valores máximos en los años de muestreo (2013 – I y 2013 – II) $<0,010$ mg/l, y valores mínimos con $<0,005$ mg/l. El monitoreo que realizó ANA (2013) en el punto de muestro (Río Nanay, frente al puerto de Bellavista) tuvo como resultado $<0,006$ mg/l. Por tal motivo coincide con los valores obtenidos en el SIMAI.

Según los valores obtenidos en el Cuadro 18 y Figura 11 del **Fenol**, la calidad de agua superficial en las años de muestreo (2012 – I; 2012 – II; 2013 – I y 2013 – II) se encuentra dentro de los ECAS, por tal motivo el SIMAI no está alterando la vida acuática en el río Nanay.

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Hidrocarburo Totales de Petróleo (HTP)** (ver Cuadro 19 y Figura 12) se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), con valores máximos en los años de

muestreo (2012 – II, 2013 – I y 2013 - II) $<0,02$ mg/l, y valores mínimos (2012 – I) con $0,0$ mg/l. La presencia del HTP en las aguas superficiales se debe a que el río Nanay es una zona de tránsito fluvial de embarcaciones pequeñas como el peque - peque que cuando abastecen los tanques sus motores generan escapes o derrames de HTP al agua. Sin embargo (ATDSR 1999) menciona que los HTP son liberados al ambiente a raíz de accidentes, desde industrias o como productos secundarios a raíz de su uso comercial o privado.

La concentración de sulfuros obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Sulfuro** (ver Cuadro 20 y Figura 12) se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), teniendo en todas las unidades de muestreo valores de $<0,002$ mg/l. Cuando supera el ECA su presencia se debe a la descomposición de la materia orgánica proveniente de las comunidades, como los efluentes industriales (SIMAI, aserraderos), etc. La acción bacteriana sobre los sulfatos es una descomposición de reducción química para producir sulfuro de hidrogeno que los caracteriza con olores molestos y causa impacto negativo en la vida acuática del río Nanay.

Los valores obtenidos en el Cuadro 21 y Figura 14 el **Arsénico total** en la calidad de agua superficial en todas las unidades de muestreo se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), teniendo todas las unidades de muestreo con valores de $<0,002$ mg/l. Cuando los valores superan el ECA trae como consecuencia que plantas terrestres pueden acumular arsénico por captación a través de las raíces, o por adsorción de arsénico aerotransportado, en las hojas.

También puede entrar al agua en agua de escorrentía o en agua que se filtra a través del suelo y por las lluvias (ATDSR 2007). Por tal motivo el SIMAI no está alterando la vida acuática en el río Nanay.

Los valores obtenidos en el Cuadro 22 y Figura 15, el **Bario total** en calidad de agua superficial, el mayor año de muestreo (2012 – I punto de muestro A-04) es 0,033 mg/l, y el menor (2013 – I punto de muestro A-02) es 0,010 mg/l, valores que se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva). Por tal motivo el SIMAI no está alterando la vida acuática en el río Nanay.

La concentración de **Cadmio total** (ver Cuadro 23 y Figura 16) en todas las unidades de muestreo (aguas arribas, aguas abajo es de <0,001 mg/l, valor que supera el ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva)) con 0,00025 mg/l, con una diferencia de valor en 0,00075 mg/l. Este ligero aumento se debe que el SIMAI no está ajeno a la contaminación del río Nanay porque dentro de los materiales que se utiliza para la construcción y reparaciones de embarcaciones fluviales se utiliza de manera permanente soldadura que son vertidos al río al momento de soldar las planchas de acero, además en algunos lugar de trabajo no dispone de cubierta, por lo tanto, el arrastre de contaminantes (escorias, colillas de soldadura, y otros) por parte de la lluvia van directamente al río Nanay, asimismo pueden infiltrarse en el suelo. La investigación que menciona DIGESA (2005) el Cadmio es un sub producto de la extracción del zinc, usado principalmente en la fabricación de soldadura. Por tal motivo la presencia de Cadmio en las aguas superficiales del río Nanay trae como consecuencia la acumulación en los tejidos blandos en los peces PERÚ (1994) así como también malformaciones de la

espina dorsal, crecimiento retardado, anemia, anormalidades del desarrollo y comportamiento DIGESA (2005).

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Cobre total** (ver Cuadro 24 y Figura N° 17) se encuentra dentro del ECA con 0,1 mg/l (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), obteniendo en todas las unidades de muestreo con valores de <0,002 mg/l, a excepción de un año de muestreo (2012 – I punto de muestro A4). La agencia de sustancias toxicas y registros de enfermedades (ATDSR 2004) menciona que la alta presencia de cobre en las aguas superficiales se debe a la producción de metales, minería, la producción de madera y la producción de fertilizantes fosfatados. Estos productos de las lluvias son lavados en el suelo y terminan en los lagos y/o ríos. Trayendo como consecuencias la capacidad de captación de oxígeno del agua y disminuye el oxígeno disuelto a concentraciones tan pequeñas que ya no es posible el desarrollo de especies como la trucha. En tal sentido el Servicio Industrial de la Marina de Iquitos (SIMAI) no está alterando la vida acuática y/o contaminando en el río Nanay.

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Níquel total** (ver Cuadro N° 25 y Figura N° 18) se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), obteniendo en todas las unidades de muestreo con valores de <0,001 mg/l. Las consecuencias de este parámetro (MARÍN y OSÉS, 2013) comenta que las altas concentraciones de Níquel en las aguas superficiales pueden disminuir el crecimiento de las algas. Los microorganismos pueden también, sufrir una disminución de su crecimiento, causando diversos tipos de cáncer en diferentes lugares del cuerpo de los animales, sobre todo en aquellos

que viven cerca de refinerías. Sin embargo la agencia de sustancias toxicas y registros de enfermedades (ATDSR 2004) menciona que el níquel no parece concentrarse en peces. Hay estudios que demuestran que algunas plantas pueden incorporar y acumular níquel. Sin embargo, se ha demostrado que el níquel no se acumula en pequeños organismos que habitan terrenos tratados con lodo que contiene níquel. Contradice lo que dice MARÍN y OSÉS (2013). En tal sentido el servicio industrial de la marina de Iquitos no está alterando la vida acuática y/o contaminando en el río Nanay.

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Plomo total** (ver Cuadro 26 y Figura 19) se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), obteniendo en todas las unidades de muestreo con valores de <0,001 mg/l. Ha excepción en la unidad de muestro 2012 – II (A-04: punto medio del astillero SIMAI, río Nanay) que tiene un valor de 0,008 mg/l. Según el estudio en monitoreo participativo e identificación de fuentes contaminantes de la calidad de agua superficial de la cuenca del Nanay realizado por ANA (2013), el plomo al igual que el mercurio entra al sistema acuático, vía escurrimiento y de la atmosfera. El plomo en los ríos podría ser insoluble si esta adherido a partículas orgánicas o inorgánicas.

Esta materia orgánica y partículas minerales existentes en las aguas es la causante de la presencia de plomo en forma suspendida en el agua, pues estos tienen mucha afinidad con los metales pesados como el plomo, por lo cual la procedencia del plomo provine principalmente de la mineralogía de la cuenca. Pero la DIGESA (2005), menciona la fuente de Plomo puede ser de origen Industrial minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de

plomo. Usado en la producción de baterías ácidas de plomo, soldaduras, aleaciones, pigmentos, vidrios y estabilizadores de plástico. Esta última puede ser la causa del resultado en unidad de muestro 2012 – II (A4: cerca de la zona del arenado en astillero), porque el SIMAI como industria en metal mecánica utiliza dentro de sus materiales de construcción y/o reparaciones en embarcaciones fluviales bastante soldadura que son vertidos accidentalmente al río al momento de soldar las planchas de acero. Trayendo como consecuencia la reducción en el crecimiento, fertilidad y supresión de la reproducción de los peces (DIGESA, 2005) y llega al ser humano a través de la cadena alimenticia y se acumula en los huesos (SOPLIN y PASTOR, 1998).

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Selenio total** (ver Cuadro 27 y Figura 20) se encuentra dentro del ECA con 0,005 mg/l (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), obteniendo en todas las unidades de muestreo con valores de <0,002 mg/l. Las altas concentraciones de este parámetro (ATDSR, 2003), el selenio elemental y otras formas insolubles de selenio se movilizan menos y generalmente permanecerán en el suelo, constituyendo un riesgo menor de exposición. Los compuestos de selenio que pueden disolverse en agua son a veces muy móviles. De esta manera, la probabilidad de exposición a estos compuestos es más alta. El selenio puede entrar al agua superficial en el drenaje de aguas de regadío. Hay cierta evidencia que indica que el selenio puede ser incorporado en los tejidos de organismos acuáticos y aumentar en concentración a medida que pasa a través de la cadena alimentaria. En tal sentido el servicio industrial de la marina de Iquitos no está alterando la vida acuática y/o contaminando en el río Nanay.

Los valores obtenidos en el monitoreo de agua superficial, el **Mercurio total** (ver Cuadro 28 y Figura 21) se encuentra dentro del ECA (categoría 4, E: 2, Ríos Selva), obteniendo en todas los años de muestreo con valores de <0,0001 mg/l. Ha excepción del año de muestro 2013 – II (unidad de muestreo A-03 aguas abajo del río Nanay) tiene un valor de 0,0004 mg/l.

El SIMAI dentro de sus materiales que se utiliza en la fabricación y mantenimiento de embarcaciones fluviales está el pintado con el equipo airles. Este pintado tiene dentro su composición al mercurio, plomo cadmio, etc. La pintura industrial que al ser utilizado en los cascos exteriores de las embarcaciones genera partículas de pinturas suspendido en el aire. Estas partículas son llevadas por el viento y asentadas en las aguas superficiales del río nanay.

Por otra parte según el ANA (2013), la procedencia del mercurio proviene principalmente de las actividades de dragado realizada en la cuenca del río Pintuyacu y Chambira, que luego afecta al río Nanay, luego a su desembocadura. Trayendo como consecuencia la acumulación de mercurio en los tejidos de los peces y en las cadenas alimenticias de las que forman parte (MARÍN y OSÉS, 2013). Este parámetro produce también en las plantas "clorosis", es venenoso para los animales y llega al ser humano a través de la cadena alimenticia (PERÚ, 1994).

10.3. Importancia de Impacto

10.3.1. Importancia de Impacto Agua Residual

La importancia de Impacto en todas las unidades de muestro el pH, DBO₅, DQO y Aceites y Grasas (ver Cuadro N°29) lo califica con el grado de calidad ambiental "MODERADO". Esta calificación es influenciada para un valor que supera los

límites máximo permisibles del DBO y DQO el cual influye en la disminución de la cantidad de oxígeno disuelto. Para la mitigación la empresa SIMAI deberá de disminuir o rebajar la escala de la magnitud mediante tecnología apropiada como es la implementación de una planta de tratamiento para aguas residuales.

10.3.2. Importancia de Impacto Agua Superficial

La importancia de Impacto en todas las unidades de muestro es el **Cadmio** (ver Cuadro 31) cuya calificación de la calidad ambiental es “SEVERO”, debido principalmente a la escorrentía e infiltración en el suelo que hacen que los valores se encuentren por encima de los ECAS. Por lo que el SIMAI deberá disminuir estos valores a través de pavimentado de tal manera que se facilite el recojo de los residuos sólidos (restos de soldadura) para su disposición final segura, y evitar de esta manera la degradación de la calidad de agua y del suelo.

XI. CONCLUSIÓN

1. Los resultados indican que en las aguas residuales, los parámetros pH, aceites y grasas están dentro del LMP, en cambio el DBO₅ con valor de 260 mg/l, DQO con valor de 387 mg/l presentan un incremento en el primer año de monitoreo 2012 – I debido a que precisamente el pozo séptico del SIMAI estaba en mantenimiento.
2. En las aguas superficiales, los parámetros DBO₅, Aceites y Grasas, Conductividad, Cromo Hexavalente, Fenoles, Hidrocarburo Totales de Petróleo, Sulfuro, Arsénico total, Bario total, Cobre total, Níquel total y Selenio total, no hay contaminación hídrica por que los valores se encuentra dentro de los ECA para agua.
3. En las aguas superficiales, el pH representa los siguientes valores con 6,3; 6,1; 5,6; 5,3; 5,3 y 5,7. Estos valores se encuentran por debajo del ECA (valores ácidos) debido a la actividad biológica y la interacción de agua con los sedimentos en el río Nanay. Ya que estos sedimentos contienen minerales arcillosos como hierro, aluminio, manganeso y ácidos húmicos.
4. En los dos años de muestreo el Cadmio total, representa con un valor de <0,001 mg/l, sobrepasa ligeramente el ECA para agua debido a la inadecuada disposición final de las colillas de soldadura que son vertidos directamente vertidos al río Nanay.

5. El parámetro Plomo total registra un valor de 0,008 mg/l, representa un ligero aumento en el ECA para agua debido a la mineralogía que presenta la cuenca del río Nanay, y además las soldaduras la inadecuada disposición final de las colillas de soldadura que son vertidos directamente vertidos al río Nanay.
6. El incremento del Mercurio total en unos de los puntos de muestreo representa un valor de 0,0004 mg/l, se debe a las actividades de dragado cuenca arriba del río Nanay, que luego afecta a su desembocadura.
7. La valoración total de los impactos en las aguas residuales se calificó con un valor de 30 calificándole como MODERADO para todos los parámetros pH, DBO₅, Aceites y Grasas.
8. La valoración de los impactos en las aguas superficiales se calificó con un valor de importancia del impacto de 20,94 calificado como REVELANTE a los parámetros pH, DBO₅, Aceites y Grasas, Conductividad, Cromo VI, Fenoles, Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), Sulfuro, Arsénico, Bario, Cobre, Níquel, Plomo, Selenio y Mercurio. Mientras a Cadmio se le calificó como SEVERO.
9. La interpretación de los parámetros obtenidos servirán como aporte científico a la jefatura del Servicio Industrial de la Marina Iquitos - SIMAI, a la Autoridad Nacional del Agua - ANA y a la sociedad en general.

10. Se considera importante que el SIMAI debe realizar el monitoreo de las aguas residuales y agua superficiales, para garantizar la calidad del agua del consumo de los pobladores asentados en las orillas del río Nanay, así como conservar el ecosistema acuático que mantengan sus procesos ecológicos, la diversidad biológica para la seguridad alimentaria, además las exigencias legales son cada vez más estrictas cuyo incumplimiento podrían ser sancionados económicamente.

XII. RECOMENDACIONES

1. El servicio Industrial de la Marina de Iquitos (SIMAI) debe tener dentro sus instalaciones su planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para reducir, controlar el impacto ambiental que genera la descarga al río Nanay.
2. Cuando se realicen nuevos monitoreos ambientales en SIMAI, considerar en la cotización de monitoreo la temperatura, según los estudios el pH está relacionada con el parámetro la temperatura.
3. Que continúe los programas de monitoreo ambiental (calidad agua).
4. Considerar los parámetros DQO, Coliformes Totales, Coliformes Fecales. en las próximas actualizaciones del ECA.
5. Instalar centros de acopio de residuos peligrosos en puntos estratégicos para así reducir los desperdicios generados.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

ARMAS, R.; ARMAS, R. 2001. Tecnología Ambiental en Nuestro Hogar la Nave Sideral Tierra. Primera Edición. Editorial Concytec. Trujillo – Perú. 690 p.

ATSDR. 1999a. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud Pública. Hidrocarburos Totales de Petróleo. 6p. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs123.html

ATSDR. 1999b. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud Pública. Mercurio. 20p. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html

ATSDR. 2003. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud Pública. Selenio. 8p. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs92.html

ATSDR. 2004a. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud Pública. Cobre. 8p. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs132.html

ATSDR. 2005b. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud

Pública. Níquel. 8p. Disponible en:
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs15.html

ATSDR. 2007a. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud
Pública. Arsénico. 11p. Disponible en:
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html

ATSDR. 2007b. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud
Pública. Bario. 7p. Disponible en:
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs24.html

ATSDR. 2007c. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
Departamento de Salud y Servicios de los EE.UU. Resumen de Salud
Pública. Plomo. 15p. Disponible en:
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA 2013. Dirección de Gestión de
Calidad de los Recursos Hídricos – DGCRH. Resultado del Monitoreo
Participativo e Identificación de Fuentes Contaminantes de la Calidad de
Agua Superficial de la Cuenca Nanay. Informe Técnico 18-2012
DGCRH/CGEL. 69p.

AZNAR, A. 2000, Determinación de los Parámetros Físico-Químicos de Calidad
de las Aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso
Barba”. Universidad Carlos III. Madrid – España, 12 p.

BARBA, L. 2002. Conceptos Básicos de la Contaminación del Agua y Parámetros de Medición. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. Área Académica Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Santiago de Cali – Colombia, 51p.

CABALLERO, A. 2008. Innovaciones en las guías metodológicas para los planes de tesis de maestrías y doctorado. Instituto Metodológico Allen Caro. Editorial Imagen Ediciones EIRL. Lima Perú. 578 p.

CONESA, V. 2010, Guía de Impacto Ambiental. 4da. Edición. Ediciones Mundi - Prensa. México. 864p.

CORPORACION LABORATORÍOS PERU - CORPLAB. 2014. Manual de Entrenamiento para Personal de Operaciones para las Tareas de Monitoreos Ambientales. Iquitos – Perú. 78p

DIGESA. 2005. Ministerio del Ambiente. Informes Técnicos: Ecológica y Medio Ambiente. Grupo de Estudio Técnico Ambiental: Parámetros Organolépticos, Parámetros Físico – Químicos, Parámetros Orgánicos, Parámetros Inorgánicos. Lima – Perú. 145p. Disponible en: http://digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

ENVIROLAB PERÚ S.A.C. 2013. Informe de Monitoreo Ambiental Calidad de Aire, Parámetros Meteorológicos, Ruido, Emisiones Atmosféricas en fuente fija, Emisiones Atmosféricas en fuente móvil, Suelos, Aguas Superficiales y Aguas Residuales”. Primer Semestre 2013. SIMA IQUITOS S.R.L. Iquitos – Perú, 106p.

ENVIROMENTAL LAW ALLIANCE WORLDWIDE - ELAW. 2013. Interpretación de los Resultados de Análisis de Agua y Suelos en la Cuenca del Río Pastaza Realizados en Octubre del 2012 por la Autoridad Nacional del Agua - ANA y la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA. 17p.

ESCUELA SUPERÍOR POLITECNICA DEL LITORAL – ESPOL. 2011. Glosario de Términos. Informe Técnico. Estudio de Impacto Ambiental para la Conservación y Operación de las Nuevas Instalaciones del Diario el Telégrafo. Quito – Ecuador. 3p.

GALLANGO, E., SALAMANCA, R., 1995. Metodología para la Evaluación Cuantitativa del Impacto Ambiental de los Posibles Trazados Alternativos de una Línea de Transporte, Aplicación a la Línea de 220 KV Alcudia 2 - Son Reus. Revista de la Comisión de Integración Eléctrica Regional. 77-83p.

GOBIERNO DE NAVARRA. 2013. Informe de estado del medio ambiente. España. 50p

HAKANSON L., MIKRENSKA M., PETROV, K. y FOSTER; I. 2000, La Materia Suspendida de la Particularidad en Ríos: Los modelos y Datos Empíricos. El Modelaje Ecológico. Barcelona – España. 267p.

IFEXPORT L. 2016. Equipos para pintura.

<http://www.acabadoindustrial.com/equipos-de-pintura-airless/>

IIAP. 2002. Propuesta De zonificación ecológica económica de la cuenca del río Nanay, volumen II. Medio físico. Proyecto conservación de la biodiversidad y manejo comunitario de los recursos naturales de la cuenca del río Nanay, 118p.

MARÍN, O y Osés, P. 2013. Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el Proceso de Lodos Activados. Manual de Procedimientos. Editorial Cea Jalisco. Tomo I. Mexico 242p.

PERÚ. 1994. GOBIERNO CENTRAL. Ministerio de Energía y Minas. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua. Primera Edición. Lima – Perú. 38p.

PERÚ. 2008. GOBIERNO CENTRAL. Ministerio del Ambiente – Minam. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Lima –Perú. 12p

PERÚ. 2009. GOBIERNO CENTRAL. Ley General del Ambiente N° 29338. Diario Oficial el Peruano, Lima – Perú. 46p.

PERÚ. 2009. GOBIERNO CENTRAL. Ministerio del Ambiente – Minam. Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Aprueban Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Lima – Perú. 8p.

- PERÚ. 2010a. GOBIERNO CENTRAL. Ministerio de Agricultura - MINAGRI. Decreto Supremo 01-2010-AG. Aprueban el Reglamento de la ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos. Lima – Perú. 81p.
- PERÚ. 2010b. GOBIERNO CENTRAL. Ministerio del Ambiente - MINAM. Decreto Supremo 03-2010-MINAM. Aprueban Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Lima – Perú. 2p.
- PERÚ. 2010c. Resolucion Jefatural N° 202 - 2010 - ANA. Aprueba la Clasificación de Cuerpos de Aguas Superficiales y Marino Costeros Lima – Perú. 9p.
- PERÚ. 2011. Resolucion Jefatural. N° 182 - 2011 - ANA. Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial. Lima – Perú. 2p.
- PERÚ. 2012. MINISTERÍO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Oficina de Medio Ambiente. Lima – Perú, 31p.
- PERÚ. 2015. Ministerío del Ambiente - MINAM. Decreto Supremo. N° 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias para su Aplicación. Lima – Perú. 7 p.

- RODIE, E. 2001. Tratamiento de Aguas Residuales. Capitulo IV. Edición Continental S.A. México, 15p.
- RUSSELL, D. 2011. Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico. Editorial Reverté. Barcelona – España. 24p.
- SOPLIN, R. y PASTOR, R. 1998. Estudio Económico del Impacto Ambiental por Actividad Antrópica en la Quebrada Ramirez. Escuela de Post Grado. Maestria en Ciencias con Mención en Ecología y Desarrollo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú. 114p.
- STUART, H. 2012. Los cinco elementos primordiales de un programa de monitoreo hidrológico. Boletín de la Organización Meteorológica Mundial 1(61):7

ANEXO

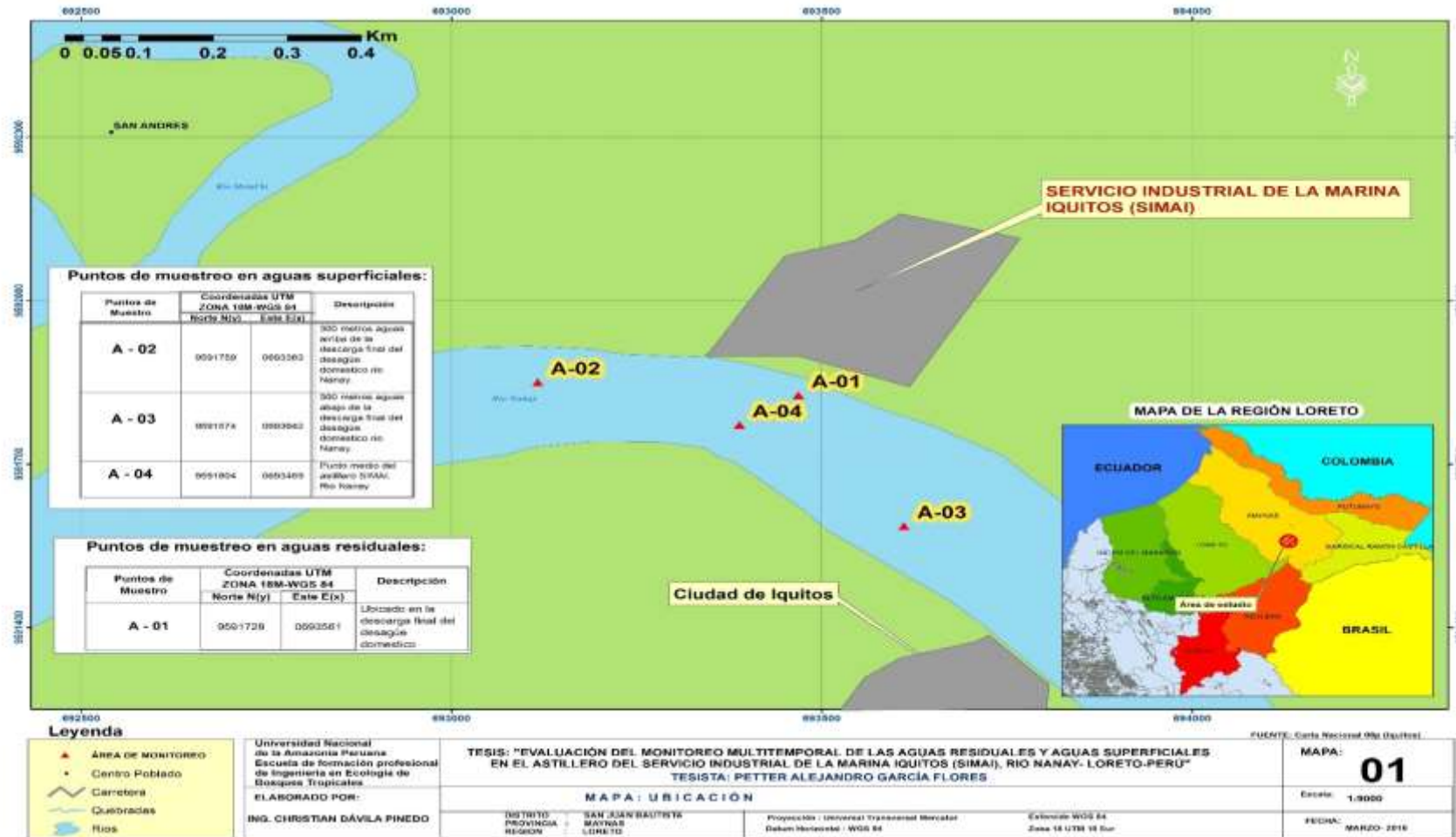


Figura 01. Ubicación de las unidades de muestreo

Cuadro 33. Importancia del impacto, Conesa (2010).

NATURALEZA <ul style="list-style-type: none"> • Impacto beneficioso + • Impacto Perjudicial - 	INTENSIDAD (I) <ul style="list-style-type: none"> • Baja 1 • Media 2 • Alta 4 • Muy Alta 8 • Total 12
EXTENSIÓN <ul style="list-style-type: none"> • Puntual 1 • Parcial 2 • Extenso 4 • Total 8 • Crítica (+4) 	MOMENTO (MO) <ul style="list-style-type: none"> • Largo Plazo 1 • Medio Plazo 2 • Inmediato 4 • Crítico (+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del Efecto) <ul style="list-style-type: none"> • Fugaz 1 • Temporal 2 • Permanente 4 	REVERSIBILIDAD (RV) <ul style="list-style-type: none"> • Corto Plazo 1 • Medio Plazo 2 • Irreversible 4
SINERGIA (SI) (Regular de manifestación) <ul style="list-style-type: none"> • Sin Sinergismo (simple) 1 • Sinérgico 2 • Muy sinérgico 4 	ACUMULACION (AC) (Incremento progresivo) <ul style="list-style-type: none"> • Simple 1 • Acumulativo 4
EFFECTO (EF) (Relación causa-efecto) <ul style="list-style-type: none"> • Indirecto (Secundario) 1 • Directo 4 	PERÍODICIDAD (PR) (Regular de manifestación) <ul style="list-style-type: none"> • Irregular 1 • Periódico 2 • Continúo 4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconst. por humanos) <ul style="list-style-type: none"> • Recuperable inmediata 1 • Recup. Medio plazo 2 • Mitigable 4 • Irreparable 8 	IMPORTANCIA (I) $I = + - (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

Cuadro 34. Técnica de datos de la importancia del impacto ambiental

Empresa:

Fórmula:

$$I = \pm [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

PARAMETROS	3I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	TOTAL

- I : Intensidad
- EX : Extensión
- MO: Momento
- PE : Persistencia
- RV : Reversibilidad
- SI : Sinergia
- AC : Acumulación
- EF : Efecto
- PR : Periodicidad
- MC : Recuperabilidad

Cuadro 35. Técnica de datos de la matriz de importancia

FACTORE	FASE DE FUNCIONAMIENTO																
	ACCIONES (PARÁMETROS)																
A. SUPERFICIAL	pH	DBO ₅	Aceites Grasas	Con	Cr	Fenoles	HTP	Sul	As	Ba	Cd	Cu	Ni	Pb	Se	Hg	IT
CALIDAD																	
TOTAL																	

Donde:

A : Acciones Impactantes

F : Factores Ambientales

I : Importancia de Impacto

Cuadro 36. Presentación de los datos de importancia del impacto en aguas residuales.

Empresa:

Fórmula:

$$I = \pm [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

PARAMETROS	3I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	TOTAL
pH											
DBO ₅											
DQO											
Aceites y Grasas											

I : Intensidad

EX : Extensión

MO: Momento

PE : Persistencia

RV : Reversibilidad

SI : Sinergia

AC : Acumulación

EF : Efecto

PR : Periodicidad

MC : Recuperabilidad

Cuadro 37. Presentación de los datos de importancia del impacto en aguas superficiales.

Empresa:

Fórmula:

$$I = \pm [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

PARAMETROS	3I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	TOTAL
pH											
DBO5											
Aceites y Grasas											
Conductividad											
Cromo VI											
Fenoles											
HTP											
Sulfuro											
Arsénico											
Bario											
Cadmio											
Cobre											
Níquel											
Plomo											
Selenio											
Mercurio											

I : Intensidad

EX : Extensión

MO: Momento

PE : Persistencia

RV : Reversibilidad

SI : Sinergia

AC : Acumulación

EF : Efecto

PR : Periodicidad

MC : Recuperabilidad