

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU**



**Facultad de Recursos Naturales y del Medio Ambiente
FARENA**

Escuela de Biología Marina

Monografía para optar al título de Licenciada en Ciencias Ambientales

Título

**“Comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas Hospitalarias
en la ciudad de Bluefields durante el año 2018”**

Autores:

Br. Keysa Lissette Rojas Bodden

Br. Jahaira Hermelinda Reyes Cantillano

Tutor:

MSc. Néstor Joel González Alemán

Bluefields, RACCS, octubre de 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Justificación.....	4
1.3 Planteamiento del problema	5
II. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo General	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
III. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 Indicador sanitario.....	7
3.2 Alcantarillado sanitario	7
3.3 Aguas residuales hospitalarias	7
3.4 ¿Qué es una pila de oxidación?.....	8
3.5 Características de las aguas residuales.....	8
3.5.1 Temperatura	8
3.5.2 Turbidez	8
3.5.3 Color.....	8
3.5.4 Sólidos.....	8
3.6 Características Químicas	9
3.6.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	9
3.6.2 Demanda química de oxígeno (DQO).....	9
3.7 Características Biológicas	9
3.7.1 Hidratación.....	10
3.7.2 Hidrolisis	10
3.7.3 Oxido-reducción.....	10
3.8 Caracterización de residuos sólidos y aguas residuales hospitalarias	11
3.8.1 Residuos generales asimilables a urbanos.....	11

3.8.2	Residuos sanitarios similares a urbanos	11
3.8.3	Residuos peligrosos.....	11
3.8.4	Residuos peligrosos sanitarios.....	11
3.9	Residuos Hospitalarios.....	12
3.10	Clasificación de Residuos	12
3.10.1	No peligrosos.....	13
3.10.2	Biodegradables	13
3.10.3	Reciclables	13
3.10.4	Inertes	14
3.10.5	Ordinarios o comunes.....	14
3.10.6	Peligrosos	14
3.10.7	Infeciosos.....	14
3.10.8	Biosanitarios.....	14
3.10.9	Anatomopatológicos.....	14
3.10.10	Corto punzantes.....	15
3.10.11	Químicos	15
3.10.12	Fármacos parcialmente consumidos, vencidos o deteriorados.....	15
3.10.13	Metales pesados.....	15
3.10.14	Residuos citotóxicos.....	15
3.10.15	Reactivos	15
3.10.17	Aceites usados	15
3.10.18	Radioactivos	16
3.11	Marco legal Nacional	17
3.12	NTON 05 027-05	18
3.13	Criterios para ubicar los sistemas de tratamiento de aguas residuales	19
3.14	Manejo de los desechos líquidos	21
3.15	Procesos y sistemas de tratamiento	21
3.15.1	Tratamiento preliminar o pretratamiento	21
3.15.2	Tratamientos primarios	22
3.15.3	Tratamientos secundarios	22
3.15.4	Tratamientos terciarios	22
3.16	Todo generador debe considerar los criterios siguientes.....	22

IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	24
4.1 Área de estudio.....	24
4.2 Tipo de estudio según el enfoque.....	25
4.3 Universo, Población y Muestra	25
4.3.1 Universo	25
4.3.2 Población.....	25
4.3.3 Muestra.....	25
4.4 Tamaño de la muestra	25
4.5 Tipo de muestra y Muestreo no probabilístico.....	25
4.6 Técnica e instrumento de la investigación	26
4.7 Calculo del área, volumen y caudal de las pilas de oxidación	26
4.8 Técnicas de recolección de datos	27
4.9 Operacionalización de las variables	28
4.10 Muestra y análisis de agua	28
4.10.1 Parámetros analizados de las aguas hospitalarias.....	29
4.10.2 Parámetros tomados para valorar la estructura y funcionalidad del sistema.....	30
4.10.3 Procesamientos de la información.....	31
4.11 Protocolo de trabajo del laboratorio PIENSA-UNI.....	32
4.11.1 Alcance y aplicación	32
4.11.2 Precauciones durante la recolección.....	32
4.11.3 Precauciones de operación	32
4.11.4 Materiales utilizados durante el muestreo	32
4.11.5 Manejo y preservación de la muestra	33
4.12 Fase de campo y laboratorio de las muestras de agua de pozos de consumo.....	33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
5.1 Análisis Físicoquímicos (Indicadores sanitarios).....	34
5.2 Evaluación de las aguas residuales.....	37
5.2.1 Descarga de aguas residuales	37
5.3 Análisis de aguas de consumo de pozos aledaños a laguna de oxidación.....	38
5.4 Función y estructura de las pilas de oxidación.....	41

5.5	Factores de riesgos ambientales y sociales.....	43
5.6	Condiciones del sitio Observación Visual Vrs NTON 05-027-05	45
5.7	Entrevistas sobre recepción pobladores	47
5.8	Percepción de las autoridades	47
VI.	CONCLUSIONES.....	48
VII.	RECOMENDACIONES.....	49
VIII.	REFERENCIAS.....	50
IX.	ANEXO.....	52
9.1	Cronograma de actividades 2019	52
9.2	Presupuesto de la investigación.....	53
9.3	Glosario.....	54
9.4	Entrevista realizadas a los funcionarios del Hospital (<i>H.R.E.S.B</i>).....	56
9.5	Diseño de entrevistas.....	57
9.6	Ilustraciones de campo	59
9.7	Resultados de los análisis de aguas de consumo	68
9.8	Análisis de la pila de oxidación de HRESB	70
9.9	Instructivo para recolección de muestras	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Conceptualización de los principales parámetros evaluados en las muestras	16
Tabla 2.	Parámetros y rangos permitidos en el Decreto N° 21-2017 de Nicaragua.	18
Tabla 3.	Recolección de datos.....	27
Tabla 4.	Operacionalización y descripción de las variables.....	28
Tabla 5.	Parámetros analizados de las aguas residuales del hospital	29
Tabla 6.	Resultados de los análisis físico-químicos de las 3 Pilas realizados en el laboratorio PIENSA-UNI.	34
Tabla 7.	Descarga de agua proveniente de las pilas de oxidación.....	37
Tabla 8.	Análisis físico-químico y Bacteriológico del pozo N°1 realizado en el CIAB-BICU	38
Tabla 9.	Análisis físico-químico y Bacteriológico del pozo N°2 realizado en el CIAB-BICU	40
Tabla 10.	Evaluación de las pilas de oxidación de acuerdo a las normas NTON 05-027-05.....	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Clasificación de los residuos Hospitalarios según su composición (Márquez, M., 2010).	13
Ilustración 2. Localización de las tres pilas de oxidación del hospital Ernesto Sequeira fuente.	24
Ilustración 3. Matriz de valoración ambiental (Leopold, 1971)	43
Ilustración 4. Toma de muestras de las aguas residuales de las pilas de oxidación.....	59
Ilustración 5. Toma de muestra de agua de una de las pilas de oxidación.	60
Ilustración 6. Equipos de campo utilizados para la toma de muestras.....	60
Ilustración 7. Toma de muestra de agua de pozos de consumo.	61
Ilustración 8. Las tomas de muestras de agua de consumo.....	61
Ilustración 9. Primera laguna de oxidación con sedimento.	62
Ilustración 10. Segunda laguna de oxidación, cubierta en mas del 80% del área.....	62
Ilustración 11. Tercera pila de oxidación. Se observa 100% eutrofizada y cubierta por vegetación	63
Ilustración 12. Tercera laguna de oxidación, vista lateral. Se observan las viviendas a menos de 20 metros del perímetro.	63
Ilustración 13. Cerco perimetral de las pilas de oxidación en mal estado.	64
Ilustración 14. Inicio del sistema de drenaje de las pilas de oxidación en su punto de salida.	64
Ilustración 15. Tuberías de drenaje de las aguas residuales provenientes del hospital, tramo colgante.	65
Ilustración 16. Pilas de oxidación. Toma desde el Colegio Cristóbal Colon.....	65
Ilustración 17. Caja de registro obstruida por residuos sólidos.	66
Ilustración 18. Caja de registro sellada después de haber estado rebalsada.	66
Ilustración 19. Trabajo de campo. Entrevistas realizadas a los pobladores aledaños.	67

DEDICATORIA

Al divino Creador del universo a Dios quien me dio la fortaleza, fe, salud y esperanza para alcanzar este anhelo que tiene una realidad tangible, siempre estuvo a mi lado y me doto de grandes dones, a la familia por haberme ayudado hasta el día de hoy a ser quien soy como persona para poder culminar mi estudio superior.

A mi abuelita Pilar Sánchez, porque fuiste el motor de apoyo incondicional en mi vida eres muy especial en mi vida te amo.

A mi hija Keysa Castro Rojas que sin duda alguna llegaste cuando más te esperaba eres la razón por la que nunca desistí de mi estudio y por eso luché hasta lograr mi meta.

Keysa Rojas Bodden

Dedico en primer lugar este trabajo final a Dios que me ha dado la fortaleza y la paciencia y el deseo para continuar y no desistir con la meta que me propuse durante los años de estudios, y gracias a Dios y a su santa voluntad he logrado culminar.

A mis padres que me dieron la vida y el apoyo con sus consejos y su amor incondicional, a mi compañero de vida que durante estos 5 años de mi carrera me ha apoyado. A mi hija Yarick Rodríguez Reyes que es la mayor razón por la cual no deje de estudiar y así poder darle un buen futuro. A todos los maestros que me apoyaron durante todo el periodo de mis estudios, que con su paciencia, sabiduría y dedicación me transmitieron en desarrollo de mi formación tanto personal como académico. A mis compañeros y amigos con quien compartí buenos y malos momentos inolvidables durante el tiempo que compartimos para culminar los estudios. Gracias a Dios la meta que me había propuesto la he cumplido.

Jahaira Reyes Cantillano

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar es para el señor Dios de los ejércitos, por ser la luz en mi camino, por haberme dado la fortaleza y la sabiduría para llegar a estas etapas de mi vida y que, a pesar de las circunstancias, ha estado conmigo en todo momento.

A mi Abuela por darme TODO, por ser mi apoyo y mi ejemplo y por impulsarme a ser una mejor profesional y persona.

También quiero agradecer de todo corazón a dos personas sin cuya ayuda esta monografía no hubiera sido una realidad: A mi tutor MSc. Néstor Joel González Alemán y al Asesor Prof. Juan Asdrúbal Flores Pacheco por su apoyo durante todo este proceso.

A todas aquellas personas que contribuyeron a nuestra formación académica y profesional, a nuestros profesores que compartieron con nosotros sus conocimientos a lo largo de nuestra educación universitaria

Keysa Rojas Bodden

Agradezco a Dios por estar conmigo en cada paso que he dado en mi vida, por fortalecerme mi corazón e iluminar mi mente y haberme permitido conocer personas que han sido de gran soporte y compañía durante el periodo de estudio Agradezco hoy y siempre a mi familia que me dieron la fortaleza y el amor para seguir adelante y no desistir.

También al Tutor Nestor Gonzales y al Asesor Asdrúbal Pacheco, por su colaboración y apoyo que hicieron posible el desarrollo y culminación de este documento. A la dirección de investigación de la universidad BICU quien financió el trabajo de investigación, que gracias a su apoyo económico hoy estamos culminando con el último peldaño de nuestra carrera.

Jahaira Reyes Cantillano

RESUMEN

Los problemas asociados a los líquidos residuales generados en centros de atención médica han sido motivo de preocupación nacional e internacional debido a la propagación de enfermedades y a los riesgos ambientales derivados de la ausencia de tratamientos adecuados. Se evaluó el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields 2018, a través de análisis físico, químico, para tener una estimación del grado de contaminación de las aguas hospitalarias pre y post tratamiento en el sistema de laguna de oxidación del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco (HRESB) acorde al Decreto № 21- 2017 de vertidos Hospitalarios, utilizando los parámetros de pH, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, DBO5, DQO, aceites y grasas, materia flotante. Además, se calculó por una semana, la cantidad de descarga de agua residual hacia el cuerpo receptor de la microcuenca Dead Man Creek. Durante el periodo de la investigación se valoró la estructura y funcionalidad del sistema de Lagunas de oxidación en comparación con lo que establece las Normas Técnicas Nicaragüenses NTON 05-027-05 en relación con la demanda demográfica actual. Con estos datos se obtuvieron información real del funcionamiento del sistema de laguna de oxidación. Los resultados muestran que estas aguas residuales hospitalarias, al pasar por tratamiento en dichas lagunas sus concentraciones se encuentran en aumento, en las 3 laguna, pero al ser esta vertida al cuerpo receptor estas cumplen con los límites máximos permisibles, por lo tanto, puede ser vertida a un cuerpo receptor natural según el decreto 21 – 2017. Es fundamental realizar una restauración o una nueva construcción de planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica, que permitan mejorar el tratamiento de aguas residuales hospitalaria y así evitar los vertimientos que pongan en riesgo la calidad del ecosistema acuático y la biodiversidad asociada Dead Man Creek.

Palabras Claves: Agua hospitalaria, descarga, microcuenca, contaminación y gestión.

ABSTRACT

The problems associated with residual liquids generated in health care centers have been a cause of national and international concern due to the spread of diseases and environmental risks arising from the absence of affected treatments. The behavior of the sanitary indicators of the hospital waters in the city of Bluefields 2018 was evaluated, through physical, chemical analysis, to have an estimate of the degree of contamination of the pre and post treatment hospital waters in the oxidation lagoon system of the Regional Hospital Ernesto Sequeira Blanco (HRESB) according to Decree № 21-2017 of Hospital discharges, using the pH parameters, total suspended solids, sedimentable solids, BOD5, COD, oils and fats, floating matter.

In addition, the amount of wastewater discharge into the receiving body of the Dead Man Creek micro basin was calculated for one week. During the investigation period, the structure and functionality of the Oxidation Lagoons system was evaluated in comparison with what is established in the Nicaraguan Technical Standards NTON 05-027-05 in relation to the current demographic demand. With this data, real information on the functioning of the oxidation lagoon system was obtained. The results show that these hospital wastewater, when going through treatment in these lagoons, their concentrations are increasing, in the 3 lagoons, but since it is discharged to the receiving body they meet the maximum permissible limits, therefore, it can be discharged to a natural receiving body according to decree 21 - 2017. It is essential to carry out a restoration or a new construction of a wastewater treatment plant with biological filtration, which allows to improve the treatment of hospital wastewater and thus avoid the discharges that put in risk the quality of the aquatic ecosystem and associated biodiversity Dead Man Creek.

Keywords: Hospital water, discharge, micro basin, pollution and management.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de los ecosistemas acuáticos por las aguas residuales de origen hospitalario es uno de los temas de mayor atención ambiental para la salud pública. Los problemas asociados a los líquidos residuales generados en centros de atención médica han sido motivo de preocupación internacional debido a la propagación de enfermedades y a los riesgos ambientales derivados de la ausencia de tratamientos adecuados. Es por ello que estos problemas trascienden en el campo técnico-sanitario e involucran aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales (Zarate & Paez, 2012).

El deterioro ambiental se hace más acuciante en el agua, pues es un insumo básico para la subsistencia de todo organismo vivo y para las actividades productivas del ser humano (Paggi y de Paggi, 2000). En el casco urbano de la ciudad de Bluefields, las aguas de origen hospitalarias son vertidas directamente al sistema de laguna de oxidación con un mínimo tratamiento, cuya construcción fue iniciada en 1984 teniendo 35 años de funcionamiento. Donde la laguna Costera de Bluefields se convierte en el destino final de todos los vertidos de la ciudad.

En Bogotá Colombia el establecimiento de Sistemas de tratamiento de aguas residuales hospitalarias es importantes para proteger la Salud Pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales van a ser vertidas a un cuerpo receptor natural (mar, ríos, lagos), será necesario realizar un tratamiento para evitar enfermedades causadas por bacterias y virus en las personas que entran en contacto con esas aguas, y también para proteger la fauna y flora presentes en el cuerpo receptor natural (Robledo, R 2013).

Según algunos autores (Panouillères et al., 2007, Boillot y Perrodin, 2008, Emmanuel et al., 2009) el agua residual de un establecimiento hospitalario es una mezcla compleja, capaz de generar serios problemas ambientales, pudiendo llegar a ser de cinco a quince veces más tóxica que las aguas residuales domésticas.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales en casi la totalidad de los países de América Latina incumplen a nivel general de lo requerido en materia ambiental por la cantidad de agua contaminada y la poca infraestructura e inversión en estas plantas.

En Nicaragua, el agua y en general el medio ambiente han venido sufriendo gran deterioro a causa de la contaminación y su explotación inadecuada de origen antropogénico. En muchos casos generada por la falta de una planificación integrada del manejo, a mediano y largo plazo, dentro de los principales factores de contaminación antropogénica en el país está la disposición inadecuada de desechos sólidos y aguas residuales, estas son unas de las más importantes por el efecto que tiene en la población y en el medio ambiente; y a la vez, por las condiciones que este rubro tiene en el país.

La falta de recursos financieros que permitan contar con un servicio establecido de recolección de las aguas residuales hospitalarias en todos los municipios del país como también la falta de educación ambiental o de cultura misma.

El objetivo de la investigación fue describir el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields, a través de análisis físico, químico durante el año 2018, para dar a conocer a las entidades competentes sobre la situación actual en que encuentra el sistema de laguna oxidación del HRESB.

Las lagunas de oxidación se encuentran ubicadas en el Barrio Fátima de la ciudad de Bluefields, con un número de habitante de 3,521 el cual se dedican a desarrollar actividades de pesca y comercio de granos básico. El estudio se realizó para obtener información acerca de las afectaciones que presenta los habitantes de la zona, así como al medio ambiente. Los efluentes líquidos provenientes de Hospital representan impacto sobre la salud pública cuya magnitud ha comenzado a evaluarse en los últimos años en ámbitos científicos (Bassi & Moretton, 2003).

1.1 Antecedentes

Existen pocos estudios para determinar el comportamiento de los indicadores sanitarios de las lagunas de oxidación del Hospital Regional de Bluefields, por lo que se desconoce el nivel de contaminación local y el grado de afectación de la población y el ambiente aledaños al sitio donde se realiza el vertido directo de estas aguas. Se han realizados estudios para evaluar el impacto de un efluente hospitalario sobre los patrones de resistencia a antibióticos de poblaciones bacterianas presentes en agua fresca (Tzoc, Arias, & Valiente, 2004).

Estudios sobre las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales de hospitales y clínicas, luego se compararon con los efectos tóxicos generados por las aguas (Paz et al., 2004; Tzoc et al., 2004). También se han realizados evaluaciones ecotóxica y genotóxica de aguas residuales hospitalarias (Magdaleno et al., 2012), como estudios de la resistencia bacteriana a desinfectantes en las aguas residuales de los hospitales (Nuñez & Moretton, 2006).

También se han realizado estudios para evaluar la degradación de la materia orgánica presente en aguas hospitalarias reales aplicando ozono en diferentes condiciones de pH (Penagos, López, & Chaparro, 2012), los cuales también se pueden combinar con procesos de oxidación avanzada y procesos anaeróbicos para el tratamiento de las aguas residuales hospitalarias (Muñoz Ortiz & Chaparro, 2008).

Según Gálvez, R & Hernández, L. (2005). “Diagnóstico Del Funcionamiento Actual De Las Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas En El Área Metropolitana De San Salvador Construidas Desde 2000.” Se realizó un estudio donde casi todo el volumen de esta agua se descarga en los ríos aguas abajo del área, sin tratamiento previo, causando molestias ambientales y riesgos para la salud pública.

Según Arocutipá, (2013) Evaluación y propuesta de técnica de una planta de tratamiento de agua residual Massiapo. Punu - PERU. Estudios realizados afirman que cuando se llena la laguna, los efluentes son sin tratamiento, además existe rápido crecimiento de las malezas lo que deteriora aún más la infraestructura.

Según Ruiz, (2014) El estudio realizado por Ruiz enfocado, para proteger el medio acuático es necesario fijar límites superiores a las descargas de contaminantes perjudiciales químicos y físicos, además de vigilar y regular las descargas que se realicen posteriormente. Diversas familias de Bluefields, que habitan en un sector del Barrio Fátima, se quejan ante la municipalidad y las autoridades del Ministerio de Salud (Minsa) debido a graves problemas de contaminación que vierten las 3 lagunas de oxidación o lugar donde las aguas residuales del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco, de esta Ciudad Caribeña (Noticias de Bluefields, 2014).

Esta es una situación que se ha venido desarrollando en los últimos 6 años, se almacenan de una población con riesgo sanitario, y es preocupante porque si las familias reportan daños en su salud, se deben tomar medidas urgentes, además están en área geográfica de interés para el estado porque la laguna de Bluefields y sus siete humedales, constituye un sitio Ramsar (refugios de conservación para la flora y fauna que habita en ellos) y debe ser protegido” señala Maura Madriz y argumenta que realizaran un análisis físico químico y bacteriológico del agua para determinar el nivel y la presencia de contaminantes orgánicos (Noticias de Bluefields, 2014).

1.2 Justificación

Los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad Bluefields, se miden con el propósito de estimar el grado de contaminación de las aguas hospitalarias pre y post tratamiento en el sistema de pilas de oxidación, a través de análisis físico/químico así mismo evaluar la estructura y funcionalidad del sistema de lagunas de oxidación del hospital Regional.

Con los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias se recolecto datos necesarios e información para estimar los impactos ambientales que han generado las aguas hospitalarias de las lagunas de oxidación en los últimos años. Esta investigación es importante porque se pretende mejorar la calidad ambiental de lugar una vez identificado los indicadores sanitarios sobre el comportamiento de las aguas residuales, lo que beneficiaría a los pobladores aledaños a las lagunas de oxidación , se podrá establecer medidas ambientales para proponer un nuevo sistema de tratamiento, que permita tratar las aguas residuales del hospital, de forma

adecuada, también aporta al trabajo de instituciones como el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) , y Secretaria de los recursos naturales (SERENA), que se encargan de evaluar los problemas ambientales y brindar posibles soluciones ante la problemática. A partir de este estudio se obtendrán nuevas informaciones sobre la temática lo que puede servir de base para futuras investigaciones.

1.3 Planteamiento del problema

En la actualidad la ciudad de Bluefields no cuenta con un sistema de tratamiento adecuado, de aguas hospitalarias; solo existen tres lagunas de oxidación, donde desembocan todos los residuos generados en el hospital Regional y luego todas estas aguas residuales, son directamente vertidas a la microcuenca Dead Man Creek, afectando este cuerpo de agua y los pozos aledaños a través de la filtración por el suelo y la población aledaña a las pilas. Se plantea este estudio del comportamiento de los indicadores sanitario, con el objetivo de describir el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias, para determinar el estado actual de las 3 lagunas de oxidación y su impacto al medio ambiente circundante.

Investigaciones relacionadas con este tema deben ser una prioridad para las instituciones encargadas de regular los problemas ambientales que pueda estar ocasionando las 3 laguna de oxidación, es por esta razón que nos planteamos esta pregunta de investigación:

¿Cuán efectivo es el sistema de laguna de oxidación del HRESB para el tratamiento de aguas residuales?

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✚ Describir el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas residuales hospitalarias del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco (HRESB) de la ciudad de Bluefields, a través de análisis Socio-Ambiental.

2.2 Objetivos Específicos

- 1) Estimar el grado de contaminación de las aguas residuales hospitalarias pre y post tratamiento en el sistema de laguna de oxidación del HRESB acorde a la legislación vigente.
- 2) Evaluar la estructura y funcionalidad del sistema de laguna de oxidación en comparación con lo que establece la NTON 05-027-05 en relación con la demanda demográfica actual.
- 3) Identificar factores de riesgos ambientales y sociales asociados al sistema de laguna de oxidación en lo establecido por la NTON 05-027-05 y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Indicador sanitario

Son relaciones cuantitativas entre dos cantidades o variables susceptibles de ser observadas y medidas, asociadas a eventos determinados y que por sí solos no son relevantes, sino que adquieren importancia cuando se les compara con patrones de referencia o con el mismo tipo de cantidades o variables, correspondientes a períodos anteriores (Zarate & Paez, 2012).

Por lo tanto, los indicadores constituyen instrumentos y sus resultados insumos para el análisis e interpretación de los fenómenos relacionados con el hacer de los servicios de salud. Son la base objetiva para realizar la evaluación de las actividades hospitalarias, detectar desviaciones de lo esperado y tomar decisiones sobre el tipo de medidas dirigidas al mejoramiento continuo de la calidad de atención (Zarate & Paez, 2012).

3.2 Alcantarillado sanitario

consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales (Siapa, 2014).

3.3 Aguas residuales hospitalarias

Son todas aquellas que contiene microorganismos patógenos y sustancias de diversas toxicidades como fármacos producto de higiene personal y desinfectante, por los que son vertidos sin ningún tratamiento adecuado constituyendo un importante problema ambiental.

Diversos investigadores reportan que estas aguas residuales representan un problema en cuanto a su eliminación, debido al peligro latente de elevadas concentraciones de microorganismos y/o virus (entero bacterias, coliformes fecales, entre otros), algunos de los cuales pueden haber adquirido resistencia antibiótica, Estas aguas componen una mezcla de sustancias complejas cuya actividad tóxica y de mutación genética dependerá de interacciones sinérgicas y antagónicas entre sus componentes y entre éstos el ambiente (Siapa, 2014).

3.4 ¿Qué es una pila de oxidación?

Es un proceso abierto en el cual el agua pasa a través de una cuenca, construida especialmente para tratar aguas residuales y residuos industriales biodegradables por procesos naturales que implican bacterias y algas (Molina, & Villatoro, 2006).

3.5 Características de las aguas residuales.

Algunas de las características físicas de las aguas residuales son las siguientes:

3.5.1 Temperatura

Suele ser superior a la del agua del consumo, por el aporte de agua caliente procedente del aseo y las tareas domésticas. Oscila entre 10° y 21° °C, con un valor medio de 15 °C aproximadamente.

Esta mayor temperatura ejerce una acción perjudicial sobre las aguas receptoras, pudiendo modificar la flora y la fauna de éstas, y dando lugar al crecimiento indeseable de algas, hongos, etc. (Báez, & Martínez, 2005).

3.5.2 Turbidez

Se debe a la cantidad de materias en suspensión que hay en las aguas residuales (limo, materia orgánica y microorganismos). Esta turbidez en las masas receptoras de agua afecta a la penetración de la luz.

3.5.3 Color

Suele ser gris o pardo, pero debido a los procesos biológicos, el color puede pasar a ser negro.

3.5.4 Sólidos

Se pueden clasificar en:

3.5.4.1 Totales

Residuos que quedan tras la evaporación y secado de la muestra.

3.5.4.2 Sólidos sedimentables

Son todos aquellos que se sedimentan en el cono de un recipiente de forma cónica (cono Imhoff) en el transcurso de un periodo de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentable, expresados en unidades de ml/l constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria de agua residual (Molina, & Villatoro, 2006).

3.5.4.3 Fijos

Residuos remanentes después de la evaporación y carbonización.

3.5.4.3 Volátiles

Es la diferencia entre sólidos totales y fijos (Campbell, 2001).

3.6 Características Químicas

Constituye la tercera parte de los elementos de las aguas residuales, siendo los principales compuestos: proteínas, carbohidratos, grasas y aceites. En las aguas residuales urbanas la urea y el amoníaco constituyen las principales fuentes de nitrógeno, junto con las proteínas. La materia orgánica puede aportar hierro, azufre y fósforo (Campbell, 2001).

Hay una serie de parámetros que son de gran interés en el tratamiento de las aguas residuales, puesto que nos permiten conocer el contenido en materia orgánica, de estas las más importantes son:

3.6.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Con este parámetro se determina la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se realiza durante 5 ó 3 días a 20°C por lo que se expresa como DBO ó DBO5 respectivamente, y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l), (ppm), no es aplicable, a las aguas potables ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuado (Báez, & Martínez 2005).

3.6.2 Demanda química de oxígeno (DQO)

Se mide la cantidad de materia orgánica del agua, este parámetro no puede ser menor que la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica, y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l), (ppm), no es aplicable, a las aguas potables ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuado (Campbell, 2001).

3.7 Características Biológicas

El agua es el componente principal de la materia viva. Constituye del 50% al 90% de la masa de los organismos vivos, es esencial para todos los tipos de vida incluso para aquellos organismos que la evolución condujo a tierra firme, el agua resulta indispensable de modo

que una buena parte de sus estrategias de adaptación tienden al mantenimiento de un cierto grado de humedad en su interior.

Es un excelente disolvente, especialmente de las sustancias iónicas y de los compuestos polares, incluso muchas moléculas orgánicas no solubles como los lípidos o un buen número de proteínas forman en el agua dispersiones coloidales con importantes propiedades biológicas.

Participa por sí misma como agente químico reactivo en la hidratación, hidrolisis y oxidación reducción, facilitando otras muchas reacciones.

3.7.1 Hidratación

Aumentar la proporción de agua que contiene el cuerpo.

3.7.2 Hidrolisis

Proceso por el cual una sustancia reacciona con el agua interactuando sus componentes con iones H⁺ y OH⁻ procedentes de la disociación del agua (Campbell, 2001).

3.7.3 Oxido-reducción

Son las reacciones de transferencias de electrones, esta transferencia se produce entre un conjunto de elementos químicos uno oxidante y uno reductor. El agente reductor es aquel elemento químico que suministra electrones de su estructura química al medio aumentándose su estado de oxidación es decir oxidándose.

Permite el movimiento en su seno de las partículas disueltas y constituye el principal agente de transporte de muchas sustancias nutritivas reguladoras o de excreción. (Báez, R; Martínez).

Por sus características térmicas constituye un excelente termorregulador, una propiedad que permite el mantenimiento de la vida de los organismos en una amplia gama de ambientes térmicos.

Interviene en especial las plantas en el mantenimiento de la estructura y la forma de las células y de los organismos (Campbell, 2001).

3.8 Caracterización de residuos sólidos y aguas residuales hospitalarias

Uno de los análisis que permite evaluar el impacto de la actividad hospitalaria sobre los recursos hídricos es la determinación de la carga contaminante asociada al caudal de aguas residuales que se genera diariamente. Puede estimarse que el 80% del volumen de agua consumido en un hospital en un día corresponde a la generación de aguas residuales; un porcentaje elevado se disipa mediante evaporación. Los residuos generados como consecuencia de la actividad del área hospitalaria son los que se indican a continuación:

3.8.1 Residuos generales asimilables a urbanos

Son los residuos que se generan fuera del área hospitalaria que no precisan medidas especiales en su gestión también se denominan residuos urbanos o municipales. Se incluyen en este grupo: restos de comida, alimentos y condimentos generados en las cocinas, plantas de hospitalización, comedores y cafeterías (Márquez, M 2010).

3.8.2 Residuos sanitarios similares a urbanos

Son los residuos que se producen como consecuencia de la actividad asistencial y/o de investigación asociada, que no están incluidos entre los considerados como residuos sanitarios peligrosos al no reconocérseles peligrosidad real ni potencial, según los criterios científicamente aceptados.

3.8.3 Residuos peligrosos

Son aquellos que figuren en la lista de residuos que han sido calificados como peligrosos por la normativa internacional de la OMS y los recipientes y envases que los hayan contenido; además de los que pueda aprobar el gobierno de conformidad con el convenio internacional del que Bolivia sea parte (Márquez, M., 2010).

3.8.4 Residuos peligrosos sanitarios

Los residuos producidos en la actividad asistencial y/o de investigación asociada, que conllevan algún riesgo potencial para los empleados o para el medio ambiente, siendo necesario observar medidas de prevención en su manipulación, recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación:

3.9 Residuos Hospitalarios

Los residuos sólidos hospitalarios son aquellas sustancias, materiales, subproductos sólidos, líquidos, gaseosos, que son el resultado de una actividad ejercida por el generador; que se define como la persona natural o jurídica que produce residuos hospitalarios relacionados con la prestación de servicios de salud por lo cual se implementa la gestión integral que abarca el manejo, la cobertura y planeación de todas las actividades relacionadas con los residuos hospitalarios desde su generación hasta su disposición final (Márquez, M., 2010)..

Los desechos sólidos son aquellos desechos que se generan en gran cantidad en las instituciones de salud que por sus características, composición y origen requieren de un manejo específico para evitar la propagación de infección (Márquez, M., 2010).

3.10 Clasificación de Residuos

La clasificación de las basuras se debe exigir y promover en todas las instituciones prestadoras de servicios de salud. Es importante crear una conciencia tanto al generador de los desechos como al recolector, si no se hace una eliminación correcta se pone en riesgo no solo la vida de los seres humanos sino también del medio ambiente que lo rodea. En una institución de salud se tienen pacientes que requieren el mayor esfuerzo por parte de todo el personal para contribuir a su mejoría, el manejo de los desechos hospitalarios de forma correcta ayuda a cumplir este propósito (Márquez, M., 2010).

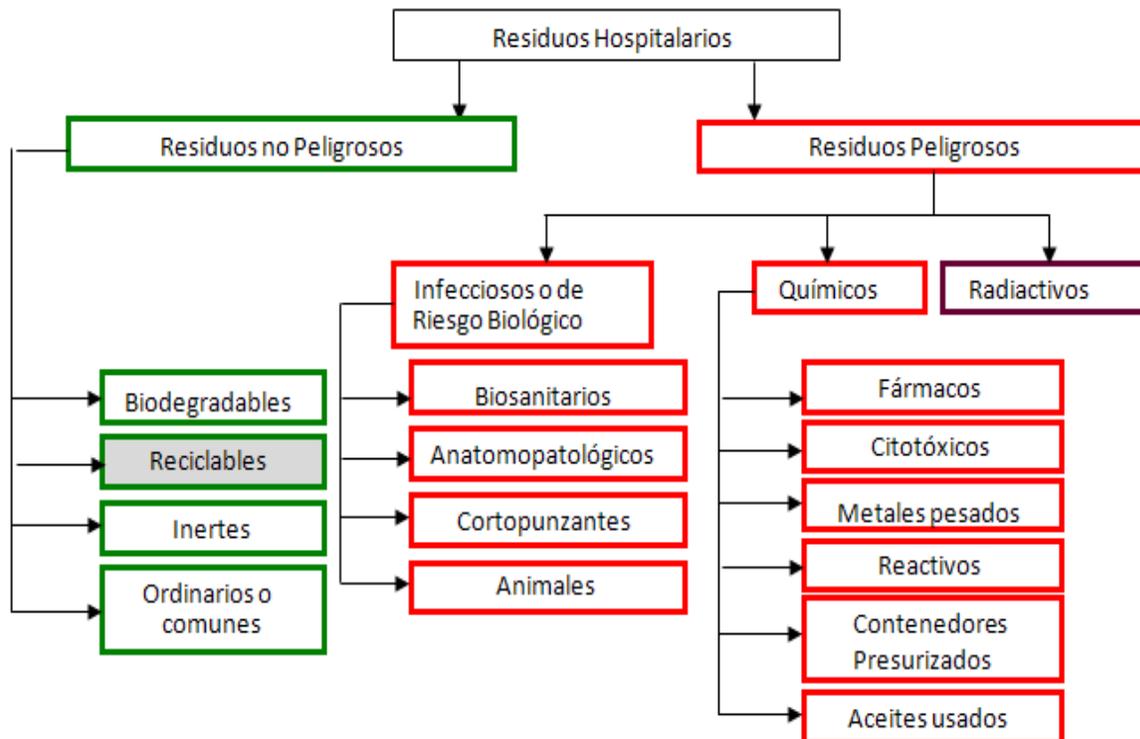


Ilustración 1. Clasificación de los residuos Hospitalarios según su composición (Márquez, M., 2010).

3.10.1 No peligrosos

Son aquellos residuos producidos por el generador en este caso la institución de salud en el desarrollo de su actividad, estos no representan un tipo de riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Los residuos no peligrosos se clasifican en:

3.10.2 Biodegradables

Son los residuos naturales que al interactuar con el medio ambiente se desintegran sin causar alteraciones a este; como los vegetales, alimentos, papel higiénico, jabones o detergentes y otros residuos que pueden ser transformados fácilmente en materia orgánica.

3.10.3 Reciclables

Los residuos reciclables no se descomponen fácilmente pueden someterse a un proceso de reciclaje donde se aprovechan para ser transformados. Los residuos sólidos recuperados se convierten en materia prima para la fabricación de nuevos productos. Los elementos reciclables son: papel, plástico, vidrio, radiografías, entre otros (Márquez, M., 2010).

3.10.4 Inertes

Su degradación natural no permite la transformación en materia prima, requiere de grandes periodos de tiempo. Se pueden nombrar algunos como papel carbón y algunos plásticos.

3.10.5 Ordinarios o comunes

Son los generados en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, sala de espera y en general en todos los sitios de la entidad hospitalaria.

3.10.6 Peligrosos

Los residuos peligrosos son capaces de producir enfermedad son los que tienen algunas de las siguientes características: infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radioactivos, volátiles, tóxicos; lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. De igual manera se consideran peligrosos envases o empaques que hayan estado en contacto con ellos. Estos residuos se clasifican en:

3.10.7 Infecciosos

Los residuos infecciosos desencadenan una contaminación biológica debido a la presencia de microorganismos patógenos (bacterias, parásitos, virus, hongos) que pueden llegar a producir algún tipo de enfermedad infecciosa y se dividen según su composición en biosanitarios, anatomopatológicos, corto punzantes, que se describen así:

3.10.8 Biosanitarios

Son los elementos que estuvieron en contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente, entre estos elementos se pueden mencionar: gasas, apósitos, vendajes, drenes, guantes, sondas, toallas higiénicas o cualquier otro elemento desechable que haya tenido contacto con el paciente.

3.10.9 Anatomopatológicos

Dentro de estos están los residuos patológicos humanos, incluyendo biopsias, tejidos, órganos, partes y fluidos corporales, que se remueven durante necropsias, cirugías u otros, incluyendo muestras para análisis (Márquez, M., 2010).

3.10.10 Corto punzantes

Elementos que por sus características cortantes pueden dar origen a un accidente con riesgo biológico. Los más usados en las instituciones de salud son: hojas de bisturí, cuchillas, agujas, ampollas de vidrios.

3.10.11 Químicos

Son residuos que debido a su composición y dependiendo de su concentración, tiempo de exposición pueden causar la muerte, lesiones graves, efectos nocivos para la salud o el medio ambiente; estos se clasifican en: fármacos parcialmente consumidos, residuos citotóxicos, metales pesados, reactivos, contenedores presurizados (Márquez, M., 2010).

3.10.12 Fármacos parcialmente consumidos, vencidos o deteriorados

Proviene de sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento.

3.10.13 Metales pesados

Están en los objetos o elementos en desuso contaminados o que contengan metales pesados como: plomo, cromo, cadmio, antimonio, bario, níquel, mercurio.

3.10.14 Residuos citotóxicos

Se encuentran en los excedentes de fármacos usados para realizar tratamientos oncológicos y en elementos utilizados en su aplicación.

3.10.15 Reactivos

Son las sustancias que pueden generar gases, vapores, humos tóxicos, explosión, colocando en riesgo tanto la salud humana como el medio ambiente.

3.10.16 Contenedores presurizados

Corresponden a los empaques llenos o vacíos de gases anestésicos, medicamentos, óxido de etileno y otros elementos.

3.10.17 Aceites usados

Son los que contienen una base mineral o sintética que se generan en labores de mantenimiento y laboratorio entre ellos se encuentran lubricantes de motores, grasas, aceites de equipos (Márquez, M., 2010).

3.10.18 Radioactivos

Están presentes en las sustancias emisoras de energía continua en forma alfa, beta o de fotones cuya interacción con la materia da lugar a rayos X según (Márquez, M 2010).

Tabla 1. Conceptualización de los principales parámetros evaluados en las muestras

Parámetros	Definición
Potencial de Hidrógeno pH	Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)mg/l	Es la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos. Efectúa la determinación del contenido total de materia orgánica oxidable, sea biodegradable o no.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mg/l	Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente, por la acción bioquímica aerobia determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente
Sólidos Suspendidos Total (SST) mg/l	La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.
Sólidos Sedimentable (SS) Mg/L	Materia que se deposita por acción de la gravedad en el fondo de cualquier recipiente o cuerpo receptor que contenga agua.
Aceites y Grasas (AG) mg/l	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan.
Materia Flotante (MF) NE	Sustancias que permanecen temporal o permanentemente en la superficie del cuerpo de agua limitando su uso.

3.11 Marco legal Nacional

➤ La Gaceta Diario oficial Decreto № 21- 2017 (Considerando I)

Que los nicaragüenses tienen el derecho de habitar en un ambiente saludable, así como la obligación de su preservación y conservación. El bien común suprema y universal comisión para todos los demás bienes, es la madre Tierra; esta debe ser amada, cuidada y regenerada. El bien común de la tierra y la humanidad nos pide que entendamos la tierra como viva y sujeta de dignidad; pertenece comunitariamente a todos los que habitan y al conjunto de los ecosistemas.

➤ Decreto Disposiciones para el vertido de aguas Residuales.

Capítulo I (Del objeto, ámbito y Autoridades de Aplicación)

Artículo 8 caracterizaciones del afluente: cuando exista dudas, presunción o información que indiquen la presencia y característica de contaminante en el efluente, que no estén regulado con el presente Reglamento, la empresa debe realizar una caracterización del efluente. Si dicha caracterización evidencia la empresa del contaminante bajo sospecha, se exigirá un análisis científico-técnico basado en normas nacionales y normativas de diferencia internacional.

Si como resultado de la caracterización se verificara la presencia del contaminante sujeto de la investigación, se orientará monitoreos posteriores hasta que se evidencie que el contaminante esté bajo al límite del máximo permisibles establecido en las normativas nacional y normativa de referencia internacional.

(De los vertidos)

Restricciones: Los vertidos domésticos, industriales, agroindustriales, comerciales y de servicios, no podrán introducir al cuerpo receptor efluente, que modifiquen y alteren las características de calidad del agua para los diferentes usos a que se destinan.

Artículo 27. Rango y valores Máximos permisibles para los vertidos provenientes de los sistemas de tratamientos de Hospitales. Los vertidos provenientes de los sistemas de tratamientos de hospitales que sean descargados a los cuerpos receptores deben cumplir los rangos y valores.

En esta tabla se muestran los parámetros y rangos permitidos en el Decreto № 21- 2017 de los vertidos hospitalarios, siguiente:

Tabla 2. Parámetros y rangos permitidos en el Decreto N° 21-2017 de Nicaragua.

Parámetro	Rangos y Valores Máximo-Permisibles
Ph	6- 9
Solidos Suspendidos Totales (mg/l)	50
Solidos Sedimentables (ml/l)	1
DBO5 (mg/l)	60
DQO (mg/l)	120
Aceites y grasas totales (mg/l)	20
Materia flotante	Ausente

(Decreto 21-2017 Vertidos GACETA. 2017).

Se excepcionan de estos parámetros los centros de producción de larva y maduración ,los laboratorios que forman parte de la cadena de producción de acuicultura y los laboratorios que realicen dentro de sus procesos únicamente ensayo físico y no generan aguas residuales en el caso de los laboratorios que forman parte de la cadena de producción en general que estén conectados en una planta de tratamiento principal deberá monitorear los parámetros correspondiente del sector industrial respectivo, los efluentes que se reúsen serán regulados por las normativas aplicables.

3.12 NTON 05 027-05

Norma técnica obligatoria nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reusó. Publicada en La Gaceta No. 90 del 10 de mayo del 2006.

Todas los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y agropecuarias deberán ajustarse a los límites máximos permisibles restablecidos para los efluentes antes de ser descargados al alcantarillado sanitario y/o cuerpos receptores en base a los Decretos 33 – 95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias y Decreto No. 77-2003 (Silva, 2006).

5.3 Es responsabilidad de los generadores de aguas residuales, el manejo y tratamiento de los desechos líquidos y sólidos, desde su generación hasta su disposición final.

5.4 Todo sistema de tratamiento de aguas residuales debe contener unidades de tratamiento preliminar que garantice la remoción de los sólidos en suspensión, sedimentables, concentraciones de aceites y grasas, otros.

5.5 El manejo de los desechos líquidos comprende las siguientes actividades:

- a) Recolección de líquidos
- b) Tratamiento
- c) Disposición Final
- d) Reciclaje/ Reúso

3.13 Criterios para ubicar los sistemas de tratamiento de aguas residuales

- ✓ La Ubicación de los Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales deben cumplir con todos los criterios establecidos en el Acápito 6 de la presente normativa.
- ✓ La ubicación de los STAR debe tomar en cuenta los planes de desarrollo urbano de la Municipalidad o Localidad.
- ✓ El terreno donde se construya un STAR no debe ser un área inundable. No se permite la construcción en pantanales, humedales (swampoo), marisma y similares
- ✓ El área del terreno donde se ubique o se instale un STAR debe tener una pendiente menor de 5%.
- ✓ la instalación o construcción de los STAR deben estar ubicados a sotavento de cualquier actividad donde haya permanencia de personas por más de 8 horas, de tal manera que el aire circule de las actividades hacia el sitio de la ubicación del STAR y no lo contrario.
- ✓ La distancia de separación entre la instalación o construcción de cualquier STAR, y viviendas, fuente de abastecimiento y nivel freático.
- ✓ Cuando la descarga o disposición final del efluente de un STAR se requiera en Aguas superficiales, debe ser autorizada por el MARENA según el tipo de corriente, uso del recurso y actividades que se realicen en el punto de descarga. En el caso de los ríos y quebradas se debe tomar en cuenta el uso y las actividades que se realicen aguas abajo (Silva, 2006)

- ✓ La distancia entre un STAR y un aeropuerto, aeródromo o una terminal aérea, debe ser establecida por el Ministerio de Transporte e Infraestructura.
- ✓ La instalación de un STAR con respecto a la profundidad del manto freático debe ser como mínimo de 2m a partir del fondo del STAR y cumplir con las especificaciones siguientes:
 - Para suelos limosos y limo – arenoso se debe proceder a impermeabilizar y compactar el área al 95% Proctor standard.
 - En aquellos casos en que la profundidad del nivel freático sea menor de 2 metros MARENA e INAA, según su competencia autorizará la viabilidad del sistema.
 - En aquellos casos en que la profundidad del nivel freático sea menor de 2 metros MARENA e INAA, según su competencia autorizará la viabilidad del sistema.
 - En el caso de nuevas actividades o proyectos que requieran instalarse cerca del área de influencia de un STAR en operación deben de regirse por los criterios establecidos en la presente normativa y los criterios técnicos que las autoridades competentes dictaminen (Silva, 2006)
 - La distancia mínima entre los STAR y campos de pozos de abastecimiento de agua potable debe ser en un radio de 1,000 metros medidos desde el pozo más cercano.
 - Todo STAR que se ubique en áreas protegidas debe solicitar la autorización o permiso ambiental al MARENA según corresponda. En el caso de áreas protegidas con planes de manejo, el sitio de ubicación de los STAR deberá regirse según la zonificación y su normativa correspondiente.
 - La distancia mínima entre un STAR y esteros (estuarios), mar debe ser de 100 m de la línea máxima de crecida, en caso contrario el MARENA o INAA según su competencia establecerá su autorización en dependencia del tipo de sistema (Silva, 2006).

3.14 Manejo de los desechos líquidos

- ✓ No se permite la descarga directa o indirecta de aguas residuales no tratadas ya sea doméstica, industrial y agropecuaria en cualquier cuerpo de agua superficial, suelo y subsuelo.
- ✓ Todo STAR debe garantizar la remoción de las concentraciones de los químicos utilizados en los procesos productivos, materia orgánica, control de los olores desagradables y demás contaminantes cumpliendo al final con los parámetros establecidos en el Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias y Decreto No. 77-2003” De Establecimiento de las Disposiciones que regulan las descargas de Aguas Residuales Domésticas.
- ✓ Los Generadores que instalen STAR deben presentar ante el MARENA e INAA según su competencia, un manual de operación y mantenimiento del sistema y su respectivo plan de monitoreo.
- ✓ Es responsabilidad de los generadores, poner en práctica el manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y su respectivo plan de monitoreo, revisado y aprobado por el MARENA e INAA según su competencia.
- ✓ Todo prestador de servicio de evacuación de lodos y otros residuales provenientes de tanques sépticos, terinas portátiles, trampas de grasa, sumideros y de otros medio de saneamiento, que se proponga utilizar el sistema de alcantarillado sanitario para disponer los desechos antes mencionados, deberá contar previamente con la autorización respectiva de la empresa operadora y de la administración del servicio de este sistema, si la disposición se propone había un cuerpo receptor el prestador del servicio debe cumplir con los parámetros establecidos en el Decreto No. 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Domésticas, Industriales y Agropecuarias” el permiso ambiental del MARENA (Silva, 2006)

3.15 Procesos y sistemas de tratamiento

3.15.1 Tratamiento preliminar o pretratamiento

Rejas y tamices, trituradores de sólidos, desarenadores, tanques de compensación u homogenización, desengrasadores y flotadores.

3.15.2 Tratamientos primarios

Sedimentadores primarios, tanque séptico, tanque Imhoff y lagunas anaerobias.

3.15.3 Tratamientos secundarios

Lodos activados, zanjas de oxidación, filtros percoladores, Filtros anaerobios, reactor UASB, filtros biológicos, lagunas facultativas y aerobias, lagunas aireadas, lagunas de macrófitas (humedales artificiales), filtros verdes (infiltración a través de cultivos forestales) biofiltros, lechos de carbón y biodiscos.

3.15.4 Tratamientos terciarios

Procesos de nitrificación - desnitrificación, procesos de eliminación de fósforos, biodiscos y lechos bacterianos, lagunas de maduración, lagunas de macrófitas (Humedales), filtros verdes, biofiltros y sistemas de aplicación al suelo en general, filtros, ultrafiltración, desinfección, precipitación y otros (Silva, 2006).

3.16 Todo generador debe considerar los criterios siguientes

- a) La selección de tecnología en base al origen de agua residual (doméstica, industrial y agropecuaria), el volumen a tratar, disponibilidad y vulnerabilidad de área y la disposición final de los efluentes.
- b) En el manejo integrado de las aguas residuales domésticas industriales y agropecuarias deben incorporar, el análisis del reusó o reciclaje de las aguas residuales tratadas en dependencia de la calidad de los efluentes y los tipos de reusó establecidos en capítulo 11 de la presente norma, con el objetivo de mitigar, eliminar y reducir los impactos negativos al ambiente. MARENA, INAA, MINSA de acuerdo a su competencia aprobará el reusó o reciclaje de las aguas tratadas domésticas, industriales y agropecuaria en dependencia de la calidad de agua, el reusó, de la vulnerabilidad del sitio y volumen entre otros criterios.
- c) En los sistemas de tratamientos de aguas residuales de tipo industrial, se debe identificar el origen de todos los residuos, los problemas operativos (producción, mantenimiento) y de otra naturaleza, asociados a los sistemas de producción y aquellas áreas donde pueden introducirse mejoras para minimizar y / o aprovechar el volumen y tipos de residuos generados (Silva, 2006).

- d) No deben mezclarse las aguas de distinta naturaleza en un solo sistema de tratamiento, a menor que las características físicas, químicas, biológicas y tratabilidad así lo permitan, y deben contar con la autorización de MARENA e INAA autorizará según su competencia.
- e) Informar al MARENA, INAA según su competencia, cuando se requiera alterar el volumen y características de sus efluentes, así como alterar la cantidad de materia prima, insumos y químicos usados en el proceso de producción industrial, cambios de los equipos y dispositivos destinados a prevenir la contaminación (Silva, 2006).
- f) Todo generador en dependencia de los contaminantes de las aguas residuales a remover debe presentar el MARENA o ante INAA según sea su competencia una propuesta de STAR.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en las lagunas de oxidación del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco, que se ubican en el barrio Fátima, sector de calle Colón, callejón colindante con Coopicentro, a 125 metros de distancia entre el edificio del Coopicentro y las lagunas de oxidación. El barrio cuenta con un número 3,521 habitantes, se dedican a desarrollar actividades de pesca, comercio y oferta de servicio en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) Nicaragua.

El sistema de tratamiento de aguas residuales del hospital Ernesto Sequeira Blanco, funciona como un sistema aeróbico donde cada pila contiene aireadores que tiene una doble función: por una parte actúa de filtro de las partículas que habitualmente tiene en suspensión el agua y, por otra parte, mezcla el agua con burbujas de aire, favoreciendo la presión y fuerza de su flujo (AZNAR, 2015).

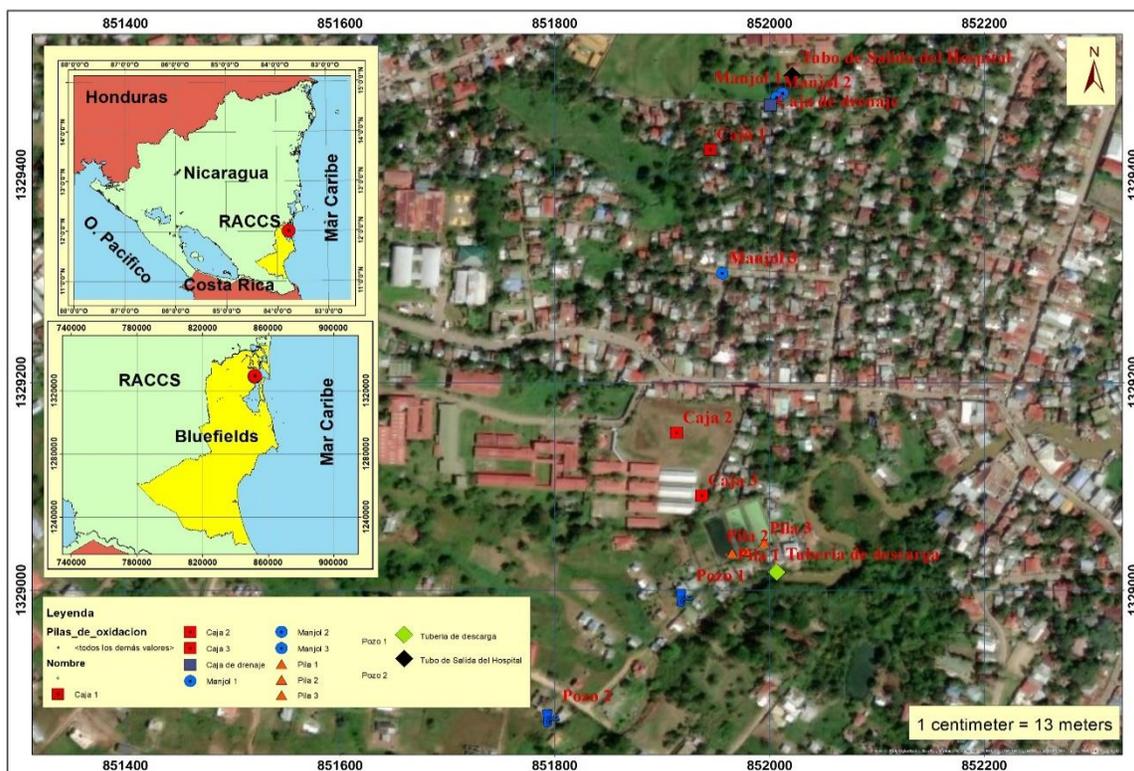


Ilustración 2. Localización de las tres pilas de oxidación del hospital Ernesto Sequeira fuente.

4.2 Tipo de estudio según el enfoque

Es de tipo descriptivo porque el principal objetivo consistió en describir el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields, a través de análisis físico, químico.

Tipo de corte de la investigación.

La investigación es de corte transversal, ya que se llevó a cabo durante nueve meses (septiembre 2018 – Julio del año 2019).

4.3 Universo, Población y Muestra

4.3.1 Universo

Fueron las pilas de oxidación del hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco.

4.3.2 Población

Las personas aledañas al sitio. Siendo dividida en adultos (mujeres y hombres) y menores de edad (niñas y niños).

4.3.3 Muestra

Análisis de aguas residuales de las pilas y las aguas de los dos pozos de consumo, muestreados. Se determinó de manera no probabilística dadas a las condiciones y características del estudio. Se tomaron 10 viviendas más cercanas a las lagunas de oxidación porque son las que se encuentran más expuestas a la contaminación.

4.4 Tamaño de la muestra

Como muestra se tomó el área que abarca las tres pilas de oxidación que es de 60 metro de largo y 46 metro de ancho (2,760 m²). Adicionalmente se aplicó entrevista a 10 viviendas ubicadas a 5 metro de distancia de las pilas, porque son las que se encuentran más expuestas a la contaminación, con el objetivo de obtener información acerca de las afectaciones que están presentando.

4.5 Tipo de muestra y Muestreo no probabilístico

Se seleccionaron las técnicas de muestreo aleatorio simple, debido a que solo se tomaron a las viviendas que se encontraban a 5 metros de largo, del área perimetral por el cual son las que se encuentran más expuestas a la contaminación.

4.6 Técnica e instrumento de la investigación

En este estudio se utilizaron diferentes técnicas para el levantamiento de datos como: La entrevista, que se llevó a cabo con 10 viviendas, observación directa, que permitió obtener información real, acerca de la problemática ambiental de las pilas de oxidación del hospital.

Fórmula de cálculo de la muestra:

$$\text{Ecuación 1. } N: = \frac{k^2 * p * q * n}{(e^2 * (n-1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

N: es el tamaño de la población

K: es la constante que depende del nivel de confianza que asignamos 95%

E: es el error muestral deseado 3%.

P: porción de individuo que posee en la población 0.5

Q: proporción de individuo 1.

4.7 Cálculo del área, volumen y caudal de las pilas de oxidación

Para el cálculo del área de las pilas su fórmula se expresa así:

$$\text{Area} = b * h$$

Donde:

b: base

h: altura

El cálculo del volumen utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Volumen} = b * a * p$$

b: base o largo de las pilas

a: ancho de la pila

p: profundidad

V: volumen

Para el cálculo del caudal de salida de las pilas se utiliza la siguiente formula:

$$Q = m^2/ s$$

Donde:

Q: caudal

m: velocidad del paso del fluido

S: sección o tramo.

El caudal de se midió utilizando el flujómetro o caudalímetro portátil para medir la cantidad de agua que pasa por una sección en un determinado momento.

4.8 Técnicas de recolección de datos

Tabla 3. Herramientas utilizadas en campo.

Equipo	Utilidad
Bitácora	Cuaderno donde el estudiante toma nota de la información que considere que puede resultar útil para su trabajo.
Cámara fotográfica digital.	Dispositivo utilizado para capturar imagen.
Observación directa – Entrevistas	Consiste en observar atentamente el fenómeno tomar información registrarla para su posterior análisis.
Matriz de Leopoll	Método que se utiliza para identificar y evaluar los impactos positivos y negativos que puede generar una determinada, obra

4.9 Operacionalización de las variables

Tabla 4. Operacionalización y descripción de las variables

Objetivo	Variable	Técnica
Evaluar el comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias en la ciudad de Bluefields, a través de análisis físico, químico.	pH, Sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentales, DBO, DQO, Aceites y grasas totales mg/l.	Se realizó a través de análisis físico/químico (realizado por el laboratorio Ambiental PIENSA - UNI utilizando la técnica del método estándar).
Valorar la funcionalidad del sistema de pilas de oxidación del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco en relación con la demanda demográfica actual.	criterios de valorización de descargas de aguas residuales según la Normas Técnicas Nicaragüenses NTON	Observación directa. NTON 05-027-05 Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses
Identificar factores de riesgos ambientales y sociales asociados al sistema de pilas de oxidación del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco.	Coliformes Totales, Coliformes fecales, <i>E. coli</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Pseudomonas sp.</i> pH, conductividad, turbidez, salinidad.	Observación directa, matriz de Leopoll, entrevista a la población más cercana al sitio de estudio y análisis de agua físico, químico y bacteriológico de pozos (realizado por el laboratorio CIAB de la universidad BICU)

4.10 Muestra y análisis de agua

Para la evaluación del comportamiento de los indicadores sanitarios de las aguas hospitalarias, se tomaron tres muestras de aguas directamente de las pilas de oxidación. Debido a la variabilidad en la composición, del caudal y concentración del líquido, así mismo se utilizaron muestras puntuales para determinar el grado de contaminación en la que se encuentran las diferentes pilas de oxidación.

Dichas muestras fueron evaluadas a través del protocolo del laboratorio ambiental PIENSA-UNI. Se tomaron tres muestras sucesivas de 1 galón de agua cada uno a las 3:10 pm. Estas muestras representaron la composición durante un período de ocho horas, correspondiente al horario de mayor funcionamiento del hospital. Los parámetros básicos físico/químicos considerados fueron:

4.10.1 Parámetros analizados de las aguas hospitalarias

Tabla 5. Parámetros analizados de las aguas residuales del hospital

Parámetros	Unidades	Método de análisis
Potencial de Hidrogeno pH	pH	4500-H+ Técnica del método estándar
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	2540-D Técnica del método estándar.
Solidos Sedimentables	mg/l	2540-F Técnica del método estándar.
DBO	mg/l	5210-B Técnica del método estándar.
DQO	mg/l	5220-C Técnica del método estándar.
Aceites y Grasas Totales	mg/l	5220-8 Técnica del método estándar.
Materia Flotante	NE	2530-B Técnica del método estándar.

En todos los casos se utilizó las técnicas descritas con el método estándar (Republica de Nicaragua, 2017).

Para evaluar la estructura y funcionalidad del sistema de laguna de oxidación se tomaron en cuenta los criterios establecidos en la Normas Técnicas Nicaragüense NTON considerando si cumple o no cumple con las normas, realizando 3 visitas hacia el lugar de estudio a través de la observación directa se describió el estado actual en que se encontraban las lagunas de oxidación por otra parte se complementó la parte de la funcionalidad de las pilas con los resultados obtenidos por el laboratorio.

4.10.2 Parámetros tomados para valorar la estructura y funcionalidad del sistema

Parámetros que establece la NTON 05-027-05	Estado actual de las pilas	Cumple	No cumple
NTON establece que no debe construirse en pantanales, humedales (swampoo), marisma y similares.			
Según la NTON debe tener una pendiente de 5%.			
La instalación o construcción deben estar ubicados a sotavento de cualquier actividad donde haya permanencia de personas por más de 8 horas, de tal manera que el aire circule de las actividades hacia el sitio de la ubicación y no lo contrario.			
En aquellos casos en que la profundidad del nivel freático sea menor de 2 metros MARENA e INAA, según su competencia autorizará la viabilidad del sistema.			
La distancia mínima entre los STAR y campos de pozos de abastecimiento de agua potable debe ser en un radio de 1,000 metros medidos desde el pozo más cercano			
Todo STAR que se ubique en áreas protegidas debe solicitar la autorización o permiso ambiental al MARENA según corresponda.			
La distancia mínima entre un STAR y esteros (estuarios), mar debe ser de 100 mts de la línea máxima de crecida, en caso contrario el MARENA o INAA según su competencia establecerá su autorización			

En cuanto a la identificación de los factores de riesgos ambientales y sociales asociados al sistema de laguna de oxidación, este objetivo se determinó realizando dos análisis físico, químico y bacteriológico de agua de consumo de los pozos más cercano a 40 y 210 metros, por el cuales fueron comparados con los rangos establecidos por la OMS. Estas dos muestras de agua de consumo fueron evaluadas a través del protocolo del laboratorio de CIAB (BICU).

Se tomaron dos muestras de aguas de 1 litros a las 10 de la mañana, posteriormente fueron trasladadas hacia el laboratorio para realizarles los debidos análisis completos, tomando en cuenta los parámetros básicos físico/químicos y bacteriológicos fueron:

Parámetros bacteriológicos	Método	Unidad
Coliformes Totales	NMP	UFC
Coliformes Fecales	NMP	UFC
<i>E. coli</i>	Siembra en superficie	
<i>Streptococcus faecalis</i>	Siembra en superficie	
<i>Clostridium perfringens</i>	Siembra en masa	
<i>Pseudomonas sp</i>	Filtración	
Parámetros físico Químico	Método	Unidad
pH	Electrodo	0 – 14
Conductividad	Electrodo	
Turbidez	Turbidímetro	UNT
Salinidad	Refractómetro	S 0/00

4.10.3 Procesamientos de la información

4.10.3.1 Análisis de datos

Para el procesamiento de la información se utilizó el software SPSS 24 programa estadístico empleado para el procesamiento de los datos obtenidos de la entrevista, ArcGIS, Microsoft Office para la creación y representación de gráficos de la información obtenida a través de la entrevista.

4.10.3.2 Fase de campo y laboratorio

Las muestras de agua residual hospitalarias fueron enviadas el 16/01/2019 durando su análisis de 10 días posteriormente los resultados fueron enviados el 28/01/2019. Instructivo para la recolección de muestras en aguas residuales.

4.11 Protocolo de trabajo del laboratorio PIENSA-UNI

4.11.1 Alcance y aplicación

El siguiente procedimiento será aplicable para la recolección de aguas residuales tales como: aguas tratadas o sin tratamiento provenientes de aguas domésticas e industriales, aguas de proceso, aguas de reusó, etc.

La adecuada recolección de muestras es importante para mantener la integridad de las muestras, el manejo inapropiado de la muestra puede invalidar los resultados de cualquier análisis de laboratorio.

4.11.2 Precauciones durante la recolección

Se utilizó guantes para protección personal - El sitio de recolección de las muestras fue representativo. Para ello, el flujo de agua en el punto de muestreo se mezcló totalmente

4.11.3 Precauciones de operación

El tiempo requerido para el transporte de las muestras regirá el límite de las determinaciones y confiabilidad de los resultados. Es por eso que la distancia entre el sitio de muestreo y el laboratorio no deben superar las 48 horas, si no es posible, tener en cuenta esta circunstancia en la interpretación de los resultados.

Conservar la temperatura en la muestra $\leq 6^{\circ}$ C.

4.11.4 Materiales utilizados durante el muestreo.

Termo / Hielo	Alcohol gel	Botas de hules
3 galones	Hoja de levantamiento de campo	Mascarilla con filtro
Mecate	Bolígrafo / Marcador Permanente	GPS
Baldes	Guantes	Parafina

4.11.5 Manejo y preservación de la muestra

Se recolecto la muestra y almaceno hasta el inicio del análisis, no se excedió de 48 horas, se conservó las muestras en un termo con hielo a una temperatura $\leq 6^{\circ}$ C durante el transporte y refrigeración en el laboratorio.

4.12 Fase de campo y laboratorio de las muestras de agua de pozos de consumo

Las muestras de pozos de agua de consumo fueron realizadas el 04/02/2019 durando su análisis por 10 días avilés.

La técnica utilizada para la colección de muestras fue:

Primeramente, se precedió a preparar los recipientes esterilizándolos, para posteriormente se trasladó hacia el sitio donde se recolectaría la muestra, se llenó el recipiente con 1 litro de agua, se selló con parafina y rótulo. Se trasladó al laboratorio CIAB de la BICU para su posterior análisis.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en los análisis físicos químicos de aguas de las pilas de oxidación del HRESB. En la tabla 6 se reflejan cada uno de los indicadores evaluados en las tres pilas de oxidación, y se detallan los valores en que se encuentran.

5.1 Análisis Físicoquímicos (Indicadores sanitarios)

Tabla 6. Resultados de los análisis físicoquímicos de las 3 Pilas realizados en el laboratorio PIENSA-UNI.

Método SM // EPA	Ensayo realizado parámetro	Unidad	Valor de concentración	Valor de concentración	Valor de concentración	Valor de concentración	valores máximos permisible o Recomendado Art No. -27
			Resultado de Laguna 1	Resultado de Laguna 2	Resultado de Laguna 3	Resultado de la descarga de la tubería.	
4500-H+	Potencial de Hidrógeno	pH	7.16	7.58	8.13	7.30	6-9
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	133.59	144.34	336.28	134.04	120
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	55.00	100.00	155.00	24.44	60
2540-D	Sólidos Suspendidos Total	mg/L	34.00	198.00	316.00	6.00	50
2540-F	Sólidos Sedimentable	mg/L	<0.1	6.5	30.0	< 0.10	1
5220-8	Aceites y Grasas	mg/L	9.2	13.7	36.1	1.60	20
2530-8	Materia Flotante	NE	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente

Basados en el artículo 27-2017.

Cada uno de los indicadores que se reflejan en la tabla, determina la capacidad o eficiencia de la remoción de contaminantes. De acuerdo a los análisis realizados para cada laguna de oxidación se determinó que las primera laguna se encuentra entre los valores máximo permisibles, excepto los valores de la demanda química de oxígeno, que excede su valor con

133.59 cuando la norma establece que debe estar en 120, la DQO se considera que es un factor inicial que al no estar presente la cantidad de oxígeno necesario, por lo tanto no se podrá brindar la oxidación de toda la materia orgánica presente en el agua residual datos que podemos comparar con el estudio que realizo Gálvez (2005). Este mismo autor realizo un estudio sobre las características físicas, químicas del agua residual hospitalaria que las concentraciones de DQO, se puede estimar la medida representativa de la concentración orgánica.

En la segunda laguna la demanda química de oxígeno DQO con concentraciones de 144.34 excede su valor, la norma establece que este en un rango de 120, esto manifiesta que hay un consumo mayor de oxígeno en el contenido orgánico del agua residual Según (Galvez, & Hernandez, 2005). La caracterización de las aguas residuales, la demanda bioquímica de oxígeno, que sus concentraciones trae efectos negativos sobre el medio acuático es necesario fijar límites superiores a las descargas de contaminantes perjudiciales químicos y físicos, además de vigilar y regular las descargas que se realicen posteriormente.

El estudio realizado por Ruiz (2015) se relaciona con las concentraciones encontradas en el estudio realizados en la laguna que, el aumento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Agua: se da debido a la diversa y gran población de microorganismos que necesitan oxígeno para vivir, reproducirse y degradar la materia orgánica. Los sólidos suspendidos totales, excede su valor a más del cinco por ciento con 198.00, de lo que se refleja en la primera laguna que son 34.00, esto se debe a las partículas agrupadas que son excretas que no completaron su tratamiento, de igual manera se refleja un valor por encima de sólidos sedimentable que es un indicador que no permite la depuración de las concentraciones de contaminantes presente en el agua, lo que provoca una alta contaminación.

Los valores de las muestras de las laguna 2 y 3 se encuentran en aumento porque el agua residual hospitalaria no reduce sus concentraciones, si no que ocurre lo contrario las concentraciones van en aumento, porque existe una permanencia de residuos sólidos, tales como: pañales desechables, botellas de plásticos, animales muertos, degradación de malezas, sedimentación en la primera laguna y la eutrofización constante en casi el 80 % y 100 % en la laguna 2 y 3 debido a esos factores, el sistema está siendo afectado en sus procesos lo que impide la desintegración de contaminantes.

En la laguna número tres es necesario que en este proceso el agua; elimina sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible. Aunque el pH de la muestra 3 se encuentran en los valores permisibles por las normas de 8.3 las concentraciones se encuentran comportándose dentro los valores tendientes hacia la acidez.

En el cuadro se observa que al comparar los valores observados en las lagunas con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos, los contaminantes potenciales (DBO, DQO). se exceden debido a que hay presencia de contaminación exógena, generada por la población aledaña a las lagunas, esto evidencia el aumento de los contaminantes, por ende la demanda química de oxígeno (DQO) debe ser monitoreado en las descargas de aguas residuales ya que es un contaminante potencial (ácido) y afecta al cuerpo receptor destruyendo seres vivientes microscópicos, siendo estas arrastradas hacia la laguna de Bluefields para la protección ecológica es necesario disminuir la carga orgánica (DBO) de las aguas residuales para lograr de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto (OD) en los cuerpos receptores sea menos comprometido, con el consiguiente beneficio para los peces y demás organismos acuáticos.

Arocutipa (2013) efectuó un estudio sobre el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua residual. Donde afirman que cuando se llena la laguna, los efluentes son sin tratamiento, además existe rápido crecimiento de las malezas lo que deteriora aún más la infraestructura. en la laguna tres se puede notar un valor de 336.28 mg/Lt. El cual está muy por encima del valor de los LMP establecidos en el decreto 21- 2017.

Con relación a los aceites y grasas hay un alto nivel lo que esto afecta negativamente la transferencia de alimentos en los microorganismos, así como la sedimentación de los sólidos, que forman partículas que impiden los procesos fotosintéticos de los organismos presentes en el agua.

De acuerdo a los resultados de las descargas del agua residual que desemboca a la cuenca Dead Man Creek los niveles de DQO se encuentra en concentraciones mínima de aumento con un valor de 134.04 cuando la norma establece que debe estar en 120 y DBO con un valor de 24.44 muy por debajo de los valores permisibles 60.

En las 4 muestras realizadas se encontró materia flotante lo que esto impide que se dé los procesos de la fotosíntesis a través de la radiación solar lo que no permite que los microorganismos degraden la materia orgánica según el decreto 21 – 2017 no debe de haber materia flotante presente en la superficie.

5.2 Evaluación de las aguas residuales

A continuación, se detallan los resultados pre y post tratamiento obtenidos a través del instrumento del flujómetro de las aguas residuales provenientes de las tuberías de descargas de las aguas hospitalarias.

5.2.1 Descarga de aguas residuales

Los datos obtenidos de las descargas de las aguas residuales se realizaron durante una semana, de lunes a viernes, se estimando la cantidad de agua que es descargada a la microcuenca Dead Man Creek. Los valores obtenidos promedios semanal es de 2.44 Lts/seg.

Tabla 7. Descarga de agua proveniente de las pilas de oxidación

Descarga (Lts/s)	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Alto	2.7	2.7	2.5	2.5	1.8
Medio	1.8	3.3	1.2	2.1	1.9
Bajo	1.2	3.1	3.1	3.1	2.3
Promedio diario	2.52	2.98	2.22	2.52	1.96
Promedio semanal	2.44 Lts/seg				

En la tabla número 7 se reflejan los valores tomados con el flujómetro, durante una semana con estos valores se estimó la capacidad de descarga del sistema de laguna de oxidación del Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco, se estimó que la cantidad de carga de agua residual de la laguna es de 3, 442,500.⁰⁰ litros de agua que llegan a través de las tuberías procedentes de las diferentes áreas del hospital. La capacidad de carga se determinó mediante la medición de cada una de las pilas que abarca 17 metros de largo y 45 metros de ancho, multiplicado por la profundidad que es 1.5 metros.

La sumatoria de los valores obtenidos durante los cinco días dio un promedio de 2.44 lts /seg de agua, multiplicado por los 7 días de la semana, se determinó que la cantidad de agua que

se descarga al río es de 42.9% con un alto valor de agua residual hospitalarias lo que indica que el sistema no está funcionando ya que se descarga más agua que la capacidad de la pilas 42.9% de agua que sale sin tratar y que son descargadas al río.

5.3 Análisis de aguas de consumo de pozos aledaños a laguna de oxidación

Este análisis se realizó para determinar la afectación indirecta que puede tener las aguas residuales de las lagunas de oxidación sobre las aguas de consumo de los pobladores aledaños a la zona de estudio. Los resultados de estos análisis se compararon con los valores permitidos por la OMS para aguas de consumo.

Tabla 8. Análisis fisicoquímico y Bacteriológico del pozo 1 realizado en el CIAB-BICU

		BICU - INVESTIGACIÓN (1)		
Hora y fecha de toma de la muestra	10: 05 A. M – 04/02/2019			
COMUNIDAD	BLUEFIELDS			
Color (descriptivo)	Incoloro			
Parámetros bacteriológicos	Método	Unidad	Resultado	Valores recomendados por la OMS
Coliformes Totales	NMP	UFC	4	4 UFC
Coliformes Fecales	NMP	UFC	+	0 UFC
<i>E. coli</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Streptococcus faecalis</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Clostridium perfringens</i>	Siembra en masa		+	0 UFC
<i>Pseudomonas sp</i>	Filtración		0	0 UFC
Parámetros físico Químico	Método	Unidad	Resultado	Valores recomendados por la OMS
pH	Electrodo	0 – 14	6.23	6.50 – 8.50
Conductividad	Electrodo		43.3	< 400 μ S/ cm
Turbidez	Turbidímetro	UNT	0.49	< 5 UNT
Salinidad	Refractómetro	S 0/00	0	0 S 0/00

Los resultados respecto a la calidad bacteriológica del agua reflejadas en la tabla 8, indica en cuanto a las concentraciones de los coliformes totales se encuentran dentro de los rangos establecido por la OMS, lo que indica que la población que consume el agua de la fuente de pozo corre menos riesgo de contaminación, sin embargo, no hay que obviar que estas muestras de agua fueron tomadas en la época seca del año donde no ha llovido durante un mes, lo que puede incidir en su concentración y resultado.

La presencia de coliformes fecales en la muestra resulto positivo lo que indica que hay presencia de contaminantes, estos pueden ser: excremento o desechos de alcantarilla que tiene el potencial de causar enfermedades. En el caso de la bacteria *Clostridium perfringens* requiere de ambiente anaerobia por el cual resulto positivo en la muestra de agua realizada según Molina, & Villatoro, (2006) esto afecta directamente al ser humano porque suelen encontrarse en los intestinos al ingerir el agua. Las enfermedades que causa esta bacteria pueden ser fatales. Su presencia indica un riesgo potencial de enfermedades gastrointestinales, lo que indica contaminación remota en la fuente de agua.

En cuanto a los parámetros fisicoquímico el pH se encuentra ácido, Según Castro (2010) como el organismo tiene que preservar el nivel alcalino de la sangre para poder mantenerse con vida, los desechos ácidos que no logra eliminar los convierte en desechos sólidos. Desechos que, cuando se acumulan, acaban compactándose y convirtiéndose en colesterol, ácido graso, ácido úrico, piedras en los riñones y vejiga, uratos, fosfatos, sulfatos, etc. produciendo un gran número de enfermedades. Es decir, obstruyen las arterias y los capilares provocando una deficiente circulación sanguínea incapaz de realizar la labor necesaria para mantener el organismo en condiciones saludables. Porque cuando se reduce el suministro de sangre a los diferentes órganos y zonas del cuerpo empiezan a aparecer dificultades en el funcionamiento de estos. Cabe destacar que el pozo cuenta con su brocal de madera, y tiene 4 metros de piedra alrededor interno lo que disminuye la infiltración.

Tabla 9. Análisis fisicoquímico y Bacteriológico del pozo 2 realizado en el CIAB-BICU

		BICU - INVESTIGACIÓN (2)		
Hora y fecha de toma de la muestra	10: 20 A. M – 04/02/2019			
COMUNIDAD	BLUEFIELDS			
Color (descriptivo)	Incoloro			
Parámetros bacteriológicos	Método	Unidades	Resultados	Valores recomendados por la OMS
Coliformes Totales	NMP	UFC	23	4 UFC
Coliformes Fecales	NMP	UFC	+	0 UFC
<i>E. coli</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Streptococcus faecalis</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Clostridium perfringens</i>	Siembra en masa		+	0 UFC
<i>Pseudomonas sp</i>	Filtración		0	0 UFC
Parámetros físico Químico	Método	Unidades	Resultados	Valores recomendados por la OMS
pH	Electrodo	0 – 14	6.43	6.50 – 8.50
Conductividad	Electrodo		23.8	< 400 μ S/ cm
Turbidez	Turbidímetro	UNT	2.17	< 5 UNT
Salinidad	Refractómetro	S 0/00	0	0 S 0/00

Los resultados de la muestra dos son similares a la muestra uno aunque la concentraciones de coliformes totales exceden su concentración de lo recomendado por la OMS que son cuatro colonias y esta muestra se excede con 23 según Molina & Villatoro (2006) indica que hay contaminación, por parte de los coliformes fecales y totales lo que implica un riesgo constante para la salud de la población que se encuentra consumiendo esa agua.

Clostridium perfringens pertenece al grupo de microorganismos utilizados como indicador microbiológico de la contaminación del agua. Su presencia actúa como alerta para detectar cuándo el agua de consumo humano puede estar contaminada por otros patógenos más difíciles de identificar. La bacteria *Clostridium perfringens* se encontró positivo, lo cual afecta

negativamente la salud humana porque suelen encontrarse en los intestinos, al ingerir el agua las enfermedades que causa esta bacteria pueden ser fatales (ver anexo de incidencia de enfermedades asociadas a las aguas negras). El pH reflejado en la tabla es ligeramente ácido por que se refiere a la baja cantidad de iones de hidrógenos, los parámetros físicos/químicos analizados se encuentran en los parámetros establecidos por la OMS y sus valores son similares a la muestra del pozo 1.

El pozo tiene brocal de madera y no cuenta con anillo, ni piedra se encuentra ubicado a 40 metros de río, por lo que puede tener influencia por algún cuerpo de agua contaminada por (letrinas o el caño).

5.4 Función y estructura de las pilas de oxidación

De acuerdo con los resultados de la funcionalidad y estructura la evolución se llevó a cabo a través de la observación directa y los criterios de la NTON 05 -027 – 05, (Normas Técnicas Nicaragüense para los vertidos de aguas residuales). La infraestructura es de concreto y el talud presentaba grietas en casi toda la superficie. El área donde se encuentran las lagunas contiene maleza spp, *Mimosas* y *Gramínea* cuando las normas establece que el área no debe contar con ningún tipo de vegetación.

Este sistema de tratamiento de aguas residuales tiene una vida útil de 30 – 50 años, si se le brinda el tratamiento adecuado, pero en este caso este sistema tiene 35 años de utilidad y no se le brinda ningún tipo de tratamiento. El agua residual de diferente área de utilidad del hospital cae directamente al sistema. Uno de los indicadores que se pudo observar es las eutrofizaciones constantes en las lagunas 2 y 3, a parte de la sedimentación de casi un tercio de la primera laguna. Los olores desagradables provienen de depósitos de lodo flotante y vegetación putrefacta.

Por el cual se puede determinar que no se están dando ningún tipo de procesos bioquímicos porque hay acumulación de materia orgánica, lo que se pudo demostrar en los resultados del laboratorio. La capacidad de cada una de las pilas es de 1,147.5 m³ de agua, para un total de 3,442.5 m³. Es responsabilidad de los generadores, en este caso del HRESB, poner en práctica el manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y su respectivo plan de monitoreo para llevar un buen funcionamiento del sistema.

El área donde se encuentra ubicadas las pilas debe estar con señales donde diga qué tipo de peligro pueda ocasionar dicha construcción, por el cual no presenta ningún tipo de señalizaciones, cuenta con un cercó de malla deteriorado, con varias fisuradas por todos lados, donde cualquier individuo puede ingresar al área.

5.5 Factores de riesgos ambientales y sociales

Pilas de Oxidacion durante el periodo de años de vida													
Actividades Características			Condiciones estructurales		Tipos de desechos				Tratamientos hospitalarios		Cumplimientos de leyes y normativas del país		
Medio	Categorías	Descripción	tipo de construcción	Localizacion de tuberías	Generacion de desechos	Descarga de agua residual	Uso de agua	No peligroso	Sistema de oxidacion	Limpieza	Estudio de impacto ambiental	Valoracion ambiental	Autorizacion para los vertido
Medio Físico	Suelo	Erosión											
		Eutrofización											
	Aire	Propagacion de malos olores											
		Paisaje	Intervenido										
Medio Biológico	Flora	Especie de arboles frutales											
		Fauna	Aves										
	Animales domesticos												
Socio- Economicos		Incremento demografico											
		demanda de vienes y servicios											
		calidas de vida											
		seguridad en el area											
N: Impacto negativo -													
P: Impacto positivo +													
N : Neutro													

Crterios basados en la observacion visual Vs NTON 05-027-05

Ilustración 3. Matriz de valoración ambiental (Leopold, 1971)

Aplicada la matriz de valoración de impactos ambientales de Leopold identificaron 25 impactos generados durante la operación del sistema de tratamiento de agua residual de los cuales 2 son positivos, 19 negativos y 4 neutro que no afecta ni genera un daño al ambiente. Según (Ramos, 2013) Se debe tener en cuenta que todo STAR debe garantizar la remoción de las concentraciones de los químicos utilizados en los procesos productivos, materia orgánica, control de los olores desagradables y demás contaminantes cumpliendo al final con

los parámetros establecidos en el Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación proveniente de las Descargas de Aguas Residuales.

Se determinó que este sistema de tratamiento no está garantizando las remociones de contaminantes ni cumple con las normas y parámetros establecidos. De la misma manera se identificó que las lagunas de oxidación se encuentran en un área inundable que al presentarse un fenómeno natural como intensas lluvias trae como consecuencia crecidas del río lo que provoca inundación afectando la población, con pérdida humana y económica.

La población corre riesgo en su salud ya que las pilas de oxidación emanan mal olor y esto afecta directamente, a la hora de ingerir sus alimentos ya que lo realizan con estas molestias constantes. Probablemente a la hora de establecer el proyecto de establecimiento de lagunas de oxidación del HRESB, se cumplían algunas normas establecidas, no había pozos de agua de consumo cercano, viviendas cercanas, en cuanto a la profundidad que es de 1.5 metro se cumple. Sin embargo, en su establecimiento no se tomó en cuenta que el área era un humedal, que el río se encontraba a 25 mts, que estaba el colegio Cristóbal Colón, la pendiente de 5%.

5.6 Condiciones del sitio Observación Visual Vrs NTON 05-027-05

Tabla 10. Evaluación de las pilas de oxidación de acuerdo con las normas NTON 05-027-05.

Parámetros que establece la NTON 05-027-05	Estado actual de las pilas	Cumple	No cumple
NTON establece que no debe construirse en pantanales, humedales (swampoo), marisma y similares.	El terreno donde se encuentra las pilas es un área inundable porque se construyó en humedales que son considerados sitios RAMSAR.		✓
Según la NTON debe tener una pendiente de 5%.	El área del terreno donde se ubica no cuenta con una pendiente de 5 % como lo establece la norma.		✓
La instalación o construcción deben estar ubicados a sotavento de cualquier actividad donde haya permanencia de personas por más de 8 horas, de tal manera que el aire circule de las actividades hacia el sitio de la ubicación y no lo contrario.	Hay permanecía constante de personas alrededor de las pilas.		✓
En aquellos casos en que la profundidad del nivel freático sea menor de 2 metros MARENA e INAA, según su competencia autorizará la viabilidad del sistema.	La construcción de las pilas tiene 1.5 metro de profundidad.	✓	
La distancia mínima entre los STAR y campos de pozos de abastecimiento de agua potable debe ser en un radio de 1,000 metros medidos desde el pozo más cercano	Este criterio no se cumple porque el pozo más cercano se encuentra a 40 metro de distancia, por el cual se pudo realizar muestreo de 2 pozos para realizales análisis completos físico/químico y bacteriológicos para ver el estado en que se encuentra.		✓
Todo Star que se ubique en áreas protegidas debe solicitar la autorización o permiso ambiental al MARENA según corresponda.	No se realizó estudio de Impacto Ambiental para la realización de las Pilas de oxidación.		✓
La distancia mínima entre un STAR y esteros (estuarios), mar debe ser de 100 mts de la línea máxima de crecida, en	La distancia entre el rio es de 25 metros.		✓

Parámetros que establece la NTON 05-027-05	Estado actual de las pilas	Cumple	No cumple
caso contrario el MARENA o INAA según su competencia establecerá su autorización			

La implicación que no se cumpla con estas normas NTON 05-027-05 se debe a que las autoridades, evalúan la factibilidad del proyecto y se decidió establecer el sistema de lagunas de oxidación, para tener un sitio donde se dispondría las aguas residuales hospitalarias, pero no se tomó en cuenta que en un futuro se daría el crecimiento poblacional de Bluefields, las autoridades competentes, otorgan terrenos donde no se debe construir vivienda porque es un sitio vulnerable. Por otra parte, no se cumplen con las normas porque se obvian de las multas y sanciones que pueden ser aplicados.

Se incumplen las normas a nivel general de lo requerido en materia ambiental por la cantidad de agua contaminada y la poca infraestructura e inversión en estas plantas de tratamiento. El sistema no está funcionando y se encuentra obsoleto debido a que no se le brindo una buena operación y mantenimiento por parte de los encargados del hospital.

5.7 Entrevistas sobre recepción pobladores

El análisis estadístico realizado con la entrevista se basó en todos los casos con datos validos de las preguntas realizadas a los pobladores aledaños a las pilas de oxidación. A partir del criterio de inclusión considerada para la muestra, se analizaron un total de 10 entrevistas, a partir de las cuales se interpretaron las diferentes variables de las encuestas: Frecuencia, tratamiento, sexo, edad y ocurrencia cada una de estas variables nos ayudó a conocer las afectaciones que tiene la familia que se encuentran más expuestas al sistema de tratamiento.

Se determinó que la población tiene un tiempo de residencia entre 6 ha 10 años de habitar en ese lugar, donde se ve más afectada en época de invierno por los diferentes impactos, ocurren llenas por parte de las pilas lo que causa proliferación de mosquitos que es un trasmisor de enfermedades de dengue, y en época de verano son afectados con la proliferación de malos olores, ya que al estar en permeancia contante en el sitio trae molestias respiratoria, y al momento de ingerir los alimentos, los malos olores son generados de la composición del agua residual, ya que al aplicarle la entrevista a la población ellos afirman que las autoridades del hospital no le brindan ningún tipo de mantenimiento porque no hay una limpieza contante del sitio tanto interno con alrededor de las pilas.

Solo cuando las pilas están obstruidas por desechos sólidos, los empleados del hospital hacen presencia para limpiarla, contrata a una personal para ingresar a la pila sin ninguna protección para su seguridad, al igual no realizan limpieza constante por que la vegetación tiene un tamaño de 1 metro; durante los meses de la investigación que fueron 8 meses no hubo presencia de limpieza en el área.

5.8 Percepción de las autoridades

Aplicada la entrevista a los funcionarios del hospital ellos afirman que las pilas no reciben ningún tipo de tratamiento, ellas realizan solas el proceso de purificación que contiene en su estructura piedras ya que es un Sistema de filtro el tratamiento se da por la radiación solar. Ellos afirman que esas pilas no causan ningún daño ya que no se viertes desechos peligrosos que pueda afectar la vida humana, solo se vierte aguas con sangre, cloro y desinfectantes.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo con el decreto N° 21-2017 de los vertidos hospitalarios en base a la legislación vigente, los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en el laboratorio PIENSA (UNI), las aguas residuales se encuentran por encima de los valores permisibles.
- ✓ Se desconoce la cantidad de agua residual que entra al sistema sin tratamiento, pero de acuerdo con la capacidad de carga de las pilas de oxidación (3,442.4 m³) el tiempo de lavado de las lagunas se considera entre 5 a 10 días.
- ✓ En el caso de los análisis de las aguas de consumo realizadas en el CIAB-BICU, los resultados encontrados muestran que ambos pozos están contaminados con coliformes fecales y *Clostridium perfringens*, la muestra de pozo más cerca de las pilas de oxidación presenta mejores condiciones.
- ✓ En cuanto a la estructura y funcionalidad del sistema, según la NTON 05-027-05 las lagunas de oxidación no cumplen con los criterios establecidos: localización, ubicación, pendiente, instalaciones o construcción con área de seguridad perimetral, profundidad de las pilas y no cuentan con EIA.
- ✓ las viviendas se encuentran a 5 metro de distancia de las pilas donde se percibe contante el mal olor de las aguas en descomposición, la malla del cerco se encuentra deteriorada, al igual la contextura de cemento presenta grietas constantes, los tamices y rejillas están dañadas, los aireadores no están funcionando, presenta vegetaciones contantes de 1 metro de tamaño.
- ✓ Con la entrevista realizada a la población se pudo identificar que las personas son afectadas mayormente en época de invierno porque en ocasiones ocurre llena en las lagunas, lo que se prolifera aguas negras dispersas, el mal olor y enfermedades respiratorias, criadero de zancudos, el agua de pozos es expuesta a las aguas negras.
- ✓ Los resultados obtenidos del análisis físico/ Químico, se exceden en cuanto a sus concentraciones, se puede decir que este sistema reduce las concentraciones con un mínimo porcentaje.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Es fundamental restaurar el sistema de tratamiento de aguas residuales, que permitan mejorar el tratamiento de aguas residuales hospitalaria.
- ✓ Las autoridades deben velar por que todas las instituciones públicas y privadas, cumplan la legislación y normatividad ambiental vigente como son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos permisibles (LMP), para los efluentes de plantas de tratamiento.
- ✓ Proponer investigación que se realicen en época de invierno para calcular las variaciones de contaminantes en época de invierno y verano, y verificar en cuales de los dos periodos del año presentan más variaciones los análisis del sistema de pila de oxidación.
- ✓ El hospital debe elaborar e implementar un sistema de gestión ambiental enfocado a minimizar, controlar y mitigar todos los impactos ambientales en su entorno y no solo a verificar y controlar los procesos propios de su actividad.
- ✓ Promover la implementación de un PGA Plan de Gestión Ambiental en el Hospital Ernesto Sequeira Blanco.
- ✓ Que se prohíba nuevos asentamientos humanos cerca de las lagunas de oxidación o de cualquier proyecto de esta índole.
- ✓ Aplicar las leyes ambientales para que un futuro no se les presente un problema.

VIII. REFERENCIAS

- Aznar, A. (2015). Determinacion de los parametros fisico- quimico de calidad de las aguas., 2(23).
- Bassi, M. D., & Moretton, J. (2003). Mutagenicity of antineoplastic drug residues treated in health care waste autoclave. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 71(1), 170–175. <https://doi.org/10.1007/s00128-003-0145-7>
- Galvez, R & Hernandez, L. (2005). “ Diagnóstico Del Funcionamiento Actual De Las Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas En El Área Metro Politana De San Salvador Construidas Desde 1990 .”
- Hernandez, A. (2014). Hidrodinámica/calculo de velocidadd del agua atravez de tuberia.
- Magdaleno, A., Juárez, Á. B., Paz, M., Tornello, C., Núñez, L., & Moretton, J. (2012). Evaluación ecotóxica y genotóxica de aguas residuales hospitalarias. *Acta Toxicológica Argentina*, 20(1), 14–24.
- Molina, & Villatoro, R. (2006). “ Propuesta De Tratamientos De Aguas Residuales .,” 280.
- Muñoz Ortiz, C. E., & Chaparro, T. (2008). Combinación de procesos de oxidación avanzada y procesos anaerobios para tratamiento de aguas residuales hospitalarias. *Afinidad Lxxi*, 101(80), 63–67.
- Noticias de Bluefields. (2014). <https://www.facebook.com/NotiBluefields/>.
- Núñez, L., & Moretton, J. (2006). Perfil microbiológico y resistencia bacteriana a desinfectantes en aguas residuales de hospital. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 6, 197–201.
- Paz, M., Muzio, H., Gemini, V., Magdaleno, A., Rossi, S., Korol, S., & Moretton, J. (2004). Aguas residuales de un centro hospitalario de Buenos Aires, Argentina: características químicas, biológicas y toxicológicas. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4, 83–88.
- Penagos, D. G., López, J. O., & Chaparro, T. R. (2012). Remocion De La Materia Organica Y Toxicidad En Aguas Residuales Hospitalarias Aplicando Ozono. *Dyna*, 79(173), 109–115.

- Respublica de Nicaragua. (2017). Decreto 21-2017 Vertidos. La Gaceta - Diario Oficial, 48.
- Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno, 17(1), 71–80.
- Siapa, A. (2014). criterios y lineamientos tecnicos para factibilidades alcantarillado sanitarios, 38.
- Silva, A. (2006). Norma técnica obligatoria nicaragüense, 1–14.
- Solano, M. (2011). “Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo.”
- Tzoc, E., Arias, M. L., & Valiente, C. (2004). Efecto de las aguas residuales hospitalarias sobre los patrones de resistencia a antibióticos de *Escherichia coli* y *Aeromonas sp.* Rev Biomed, 15, 165–172.
- Zaragoza. (2010). Características de las aguas residuales, 62.
- Zarate, E. P., & Paez, A. V. (2012). MANUAL DE INDICADORES.

IX. ANEXO

9.1 Cronograma de actividades 2019

Actividades	Periodo de ejecución.																							
	Enero				Febrero				Marzo		Abril				Mayo				Junio					
	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
Aplicación de entrevista a funcionario del Hospital																								
Aplicación de entrevista a la Población aledaña a las piletas																								
Realización del análisis físico/químico																								
Toma de las muestras																								
Lectura de los resultados																								
Presentación de la Defensa																								

9.2 Presupuesto de la investigación

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Primera Etapa				
Análisis físico /químico de las pilas	Muestra	3	C\$2,476.62	C\$7,429.86
Análisis físico/ químico y bacteriológico de agua de consumo	Muestra	2	C\$1,948.14	C\$3,896.28
Trasporte terrestre hacia Managua	Envío	1	C\$450.00	C\$450.00
Trasporte de muestra con el flujometro	Envío	1	C\$286.00	C\$286.00
Trasporte terrestre de la muestra de agua	Envío	1	C\$500.00	C\$500.00
Impresión encuestas	Hojas	66	C\$4.00	C\$264.00
Guantes de hule	Par	3	C\$310.00	C\$930.00
Monogafas	Unidad	3	C\$46.00	C\$138.00
Compra de hielo para la muestra	unidad	1	C\$240.00	C\$240.00
Trasporte de regreso de termo	Par	1	C\$190.00	C\$190.00
Mascarilla con filtro	Par	3	C\$287.99	C\$863.97
Sellador trasparente y marcador,Alcohol 96%	unidad	3	C\$86.66	C\$259.98
Alcohol y baterías doble "A" alcalinas	unidad	1	C\$100.00	C\$100.00
Subtotal				C\$15,548.09
Segunda Fase				
Impresión Blanco/Negro	Páginas	210	C\$4.00	C\$840.00
Impresión Color	Páginas	100	C\$15.00	C\$1,500.00
Encolchado	Páginas	6	C\$60.00	C\$360.00
Empastado	Unidad	3	C\$800.00	C\$2,400.00
Honorarios Tutor	Honorarios	1	C\$4,000.00	C\$4,000.00
Sub-Total				C\$9,100.00
Total				C\$24,648.09

9.3 Glosario

Afluente: Agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento (Galvez, R & Hernandez, 2005).

Agua residual: son las aguas de uso doméstico como las del baño, del lavado de trasto, de ropa, etc.

Aceite y grasa: sustancia química no miscible en el agua, pero soluble en solventes designados en los métodos de análisis recomendados en esta Norma.

DBO: La DBO es la demanda biológica de oxígeno que tiene un agua. La cantidad de oxígeno que la biología presente en el agua echa en falta. Se mide en miligramos de oxígeno por litro de agua (mg O₂/l) (Hernandez, 2014).

DQO: La DQO es la demanda química de oxígeno del agua (Hernandez, 2014).

Eutrofización: Es el enriquecimiento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno y/o fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta (Galvez, R & Hernandez, 2005).

Ecosistema: Es un sistema constituido por el ambiente fijo y los organismos existentes e interrelacionados entre sí. La cuenca hidrográfica puede estar compuesta por uno o más ecosistemas (Galvez, R & Hernandez, 2005).

Filtración: Separación de sólidos y líquidos usando una sustancia porosa que solo permite pasar al líquido a través de él (Zaragoza, 2010).

HRESB: Hospital Regional Ernesto Sequeira Blanco.

LMP: Límites máximo permisibles.

MINSA: Ministerio de Salud.

SERENA: Secretaría de los Recursos Naturales.

MARENA: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Material flotante: sustancias que permanecen temporal o permanentemente en la superficie del cuerpo de agua limitando su uso. 3.17 Parámetro: aquella característica que puede ser sometida a medición (Zaragoza, 2010).

Microcuenca: Es la mínima unidad territorial de drenaje dentro de una cuenca y tributaria de una subcuenca. Pueden considerarse para nuestro país aquellas que ocupan un área menor a 1.000 ha (Solano, 2011)

Sólidos sedimentables: materia que se deposita por acción de la gravedad en el fondo de cualquier recipiente o cuerpo receptor que contenga agua (Solano, 2011).

Sólidos suspendidos o en suspensión: son los sólidos no solubles que representan la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos totales disueltos (Solano, 2011).

Tratamiento de aguas residuales: es cualquier proceso físico, químico o biológico, definido para depurar las condiciones de las aguas residuales a través de operaciones, de procesos unitarios preliminares, primarios, secundarios o avanzados a fin de cumplir con las normas establecidas (Silva, 2006).

STAR: Sistema de tratamiento de aguas residuales.

9.4 Entrevista realizadas a los funcionarios del Hospital (H.R.E.S.B)

Somos estudiantes egresadas de la carrera de ciencias ambientales de la universidad BICU Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua, el objetivo de esta entrevista es para conocer las actividades que se realizan en el Hospital Regional.

Datos Generales

Nombre de la Institución: _____

- 1) ¿Cuáles son las actividades que se realizan en el Hospital?
- 2) ¿Qué tipos de residuos se generan en todo el Hospital?
- 3) ¿Cuentan con un sitio para la disposición final de los residuos?
- 4) ¿De qué manera tratan las aguas Hospitalarias procedentes de todas las actividades que se realizan?
- 5) ¿Cree usted que cuenta un sistema de tratamiento adecuado?
- 6) ¿Cuál es el tipo de tratamiento específico que le brindan a las pilas de oxidación?
- 7) ¿De cuánto es la vida útil de las pilas de oxidación?
- 8) ¿Cree usted que estas pilas de oxidación no causan un daño a los pobladores aledaños?
- 9) ¿Considera usted que se debería restablecer otro sistema de tratamiento adecuado de las aguas Residuales? ¿Por qué?
- 10) ¿Se realizan análisis a las aguas procedentes de las pilas?
- 11) ¿Cada cuánto realizan limpieza las pilas de oxidación?
- 12) ¿Cuantos metros de profundidad cuentan las pilas de oxidación?

9.5 Diseño de entrevistas

Somos estudiantes egresadas de la carrera de ciencias ambientales de la universidad BICU Región Autónoma de la Costa Caribe de Nicaragua, el motivo de esta entrevista para conocer la percepción de los habitantes respecto a las 3 pilas de oxidación del Hospital (*H.R.E.S.B*) y su interacción durante los últimos 6 años. Esta entrevista está dirigida a los pobladores que habitan a los alrededores de las pilas.

Datos generales

Nombre del Barrio: _____

Desarrollo

1) **¿Considera usted un beneficio para Bluefields las pilas de oxidación para el tratamiento de aguas residuales Hospitalarias?**

Sí No

¿Por qué?

2) **Su familia realiza alguna actividad con las aguas de la microcuenca Dead Man Creek como:**

Actividades

Recreación _____

Lavado de ropa _____

Actividades de limpieza del hogar _____

Ninguna _____

3) **¿Qué diferencia percibe usted al observar el agua en las pilas de oxidación:**

Negra: _____

Verdosa _____

Amarilla _____

Invierno	Verano

4) **¿Hace cuantos años usted habita en este lugar, durante el tiempo que usted vive en este lugar ha visto cambios en algunas especies como:**

Plantas

Aparecieron _____

Desaparecieron _____

Ninguno _____

Animales

Aparecieron _____

Desaparecieron _____

Ninguno _____

5) **¿Ha presentado algún tipo de molestias de molestias de contaminación por parte de las pilas de oxidación?**

Enfermedades	
Fiebre	
Diarrea	
Vomito	
Infección estomacal	
Enfermedades en la piel	

6) **¿Cuantos miembros de la familia hay en su hogar?**

Miembros de la familia	Sexo		Edad						
	F	M	0-5	5-10	10-15	15-20	21-25	26-30	30-mas

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7) Cuando se presentan más estas enfermedades en:

Invierno	Verano

8) Cuando padece de alguna enfermedad a donde acuden:

Hospital de Bluefields Centro de salud

9.6 Ilustraciones de campo



Ilustración 4. Toma de muestras de las aguas residuales de las pilas de oxidación



Ilustración 5. Toma de muestra de agua de una de las pilas de oxidación.



Ilustración 6. Equipos de campo utilizados para la toma de muestras.



Ilustración 7. Toma de muestra de agua de pozos de consumo.

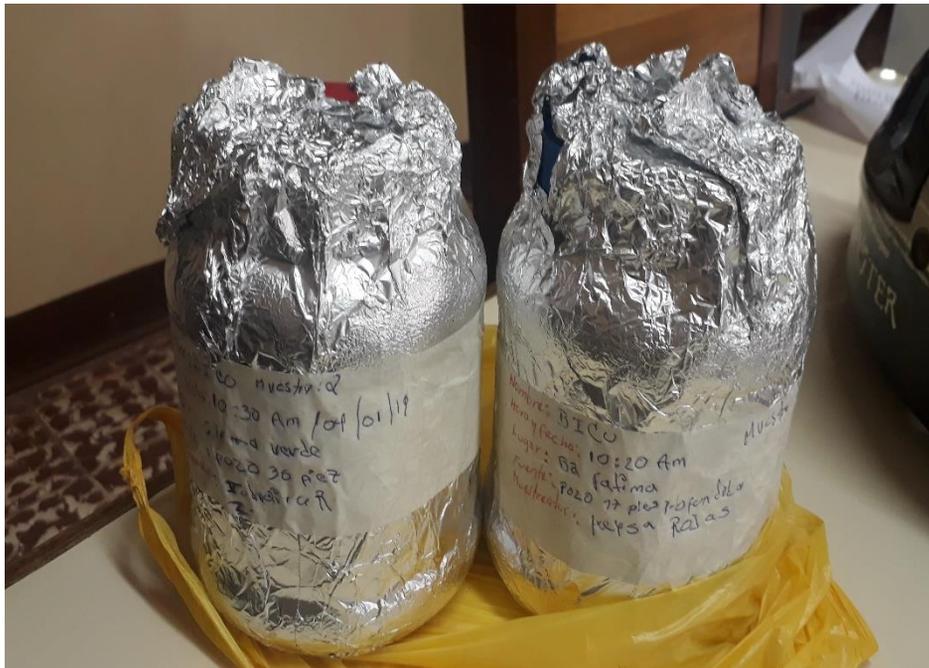


Ilustración 8. Las tomas de muestras de agua de consumo.



Ilustración 9. Primera laguna de oxidación con sedimento.



Ilustración 10. Segunda laguna de oxidación, cubierta en mas del 80% del área.



Ilustración 11. Tercera pila de oxidación. Se observa 100% eutrofizada y cubierta por vegetación



Ilustración 12. Tercera laguna de oxidación, vista lateral. Se observan las viviendas a menos de 20 metros del perímetro.



Ilustración 13. Cerco perimetral de las pilas de oxidación en mal estado.



Ilustración 14. Inicio del sistema de drenaje de las pilas de oxidación en su punto de salida.



Ilustración 15. Tuberías de drenaje de las aguas residuales provenientes del hospital, tramo colgante.



Ilustración 16. Pilas de oxidación. Toma desde el Colegio Cristóbal Colon.



Ilustración 17. Caja de registro obstruida por residuos sólidos.



Ilustración 18. Caja de registro sellada después de haber estado rebalsada.



Ilustración 19. Trabajo de campo. Entrevistas realizadas a los pobladores aledaños.

9.7 Resultados de los análisis de aguas de consumo



BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
CENTRO DE INVESTIGACIONES ACUATICAS DE LA BICU
CIAB

Campus Bluefields, Avenida Universitaria, Bo. San Pedro.
25721116, 25721910, 25721655. Extensión No. 164 Fax # 25721277, email: bicu@ibw.com.ni

Bluefields, 12 de febrero del 2019

Matriz de la muestra Agua
Fuente de muestra pozo
Muestreo realizado por Keysa Rojas

Muestra identificada como		BICU- INVESTIGACION (1)		
Fecha de recepción		06/02/2019		
Hora de recepción		10:45 A.M		
Hora y fecha de toma de muestra		10:05 A.M.- 06/02/2019		
COMUNIDAD		BLUEFIELDS		
Color (descriptivo)		Incoloro		
Parámetros Bacteriológicos	Método	Unidades	Resultados	Valores recomendados por la OMS
Coliformes Totales	NMP	UFC	4	4UFC
Coliformes Fecales	NMP	UFC	+	0 UFC
<i>E. coli</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Streptococcus faecalis</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Clostridium perfringens</i>	Siembra en masa		+	0 UFC
<i>Pseudomonas sp</i>	Filtración		0	0 UFC
Parámetros Físico Químicos	Método	Unidades	Resultados	Valores recomendados por la OMS
pH	Electrodo	0-14	6.23	6.50 - 8.50
Conductividad	Electrodo	µS/cm	43.3	<400 µS/cm
Turbidez	Turbidímetro	UNT	0.49	< 5 UNT
Salinidad	Refractómetro	S 0/00	0	0 S 0/00

Lic. Enoc Rivas Msc.
Auxiliar del CIAB



Lic. Billy Ebanks. MSc
Director CIAB



BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
CENTRO DE INVESTIGACIONES ACUATICAS DE LA BICU
CIAB

Campus Bluefields, Avenida Universitaria, Bo. San Pedro.
25721116, 25721910, 25721655. Extensión No. 164 Fax # 25721277, email: bicu@ibw.com.ni

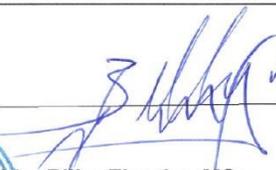
Bluefields, 12 de febrero del 2019

Matriz de la muestra Agua
Fuente de muestra pozo
Muestreo realizado por Jahaira Reyes

Muestra identificada como		BICU- INVESTIGACION (2)		
Fecha de recepción		04/02/2019		
Hora de recepción		10:45 A.M		
Hora y fecha de toma de muestra		10:20 A.M. - 04/02/2019		
COMUNIDAD		BLUEFIELDS		
Color (descriptivo)		Incoloro		
Parámetros Bacteriológicos	Método	Unidades	Resultados	Valores recomendados por la OMS
Coliformes Totales	NMP	UFC	23	4UFC
Coliformes Fecales	NMP	UFC	+	0 UFC
<i>E. coli</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Streptococcus faecalis</i>	Siembra en superficie		0	0 UFC
<i>Clostridium perfringens</i>	Siembra en masa		+	0 UFC
<i>Pseudomonas sp</i>	Filtración		0	0 UFC
Parámetros Físico Químicos	Método	Unidades	Resultados	Valores recomendados por la OMS
pH	Electrodo	0-14	6.43	6.50 - 8.50
Conductividad	Electrodo	µS/cm	23.8	<400 µS/cm
Turbidez	Turbidímetro	UNT	2.17	< 5 UNT
Salinidad	Refractómetro	S o/00	0	0 S o/00


Lic. Enoc Rivas Msc.
Auxiliar del CIAB




Lic. Billy Ebanks. MSc
Director CIAB

9.8 Análisis de las pilas de oxidación de HRESB



Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				AR-1901-0002	
CLIENTE		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Bluefields Indian Caribbean University BICU		Bluefields / RACCS		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Keyssa Rojas Yahaira Cantillano		Estudiantes Egresadas de la Carrera de Lic. En Ciencias Ambientales		keysalissetroias@gmail.com yahairacantillano@gmail.com	
				8331-7186	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	
INGRESO	INICIO DE ANÁLISIS	FINAL DE ANÁLISIS	CADENA CUSTODIA		NUMERO DE MUESTRAS
16/01/2019	17/01/2019	28/01/2019	28/01/2019		3350
Fecha y Hora de Muestreo			15/01/2019 ; 3:00 PM		
Muestreado por			Yahaira Reyes		
Supervisor de Muestreo en Campo			NR		
Fuente			Pila 1		
Tipo de muestra			Agua Residual Puntual		
Observaciones de Ubicación			Pilas de Oxidación - Barrio Fátima		
Coordenadas			0198540 / 1328475		
Codificación PIENSA			LA-1901-0045		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION		Art. No. *27
			PUNTO DE MUESTREO 1		
4500-H+	Potencial de Hidrógeno	pH	7.16		6 - 9
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	133.59		120
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	55.00		60
2540-D	Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	34.00		50
2540-F	Sólidos Sedimentables	mL/L	<0.1		1
5220-B	Aceites y Grasas	mg/L	9.2		20
2530-B	Materia Flotante	NE	Ausente		Ausente

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva. Abreviaturas y símbolos: ≤ al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta PTAR = Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017

EPA = Environmental Protection Agency

*Decreto N° 21-2017 Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el vertido de Aguas Residuales.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada por el Cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0000035

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				AR-1901-0002	
CLIENTE		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Bluefields Indian Caribbean University BICU		Bluefields / RACCS		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Keysa Rojas Yahaira Cantillano		Estudiantes Egresadas de la Carrera de Lic. En Ciencias Ambientales		keysalissetrojas@gmail.com yahairacantillano@gmail.com	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO		INICIO DE ANÁLISIS		FINAL DE ANÁLISIS	
16/01/2019		17/01/2019		28/01/2019	
Fecha y Hora de Muestreo		15/01/2019 ; 3:05 PM		NUMERO DE MUESTRAS	
Muestreado por		Keysa Rojas		Tres (03)	
Supervisor de Muestreo en Campo		NR		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
Fuente		Pila 2			
Tipo de muestra		Agua Residual Puntual			
Observaciones de Ubicación		Pilas de Oxidación - Barrio Fátima			
Coordenadas		0198553 / 1328487			
Codificación PIENSA		LA-1901-0046		Art. No. *27	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION	PUNTO DE MUESTREO 2	
4500-H+	Potencial de Hidrógeno	pH	7.58	6 - 9	
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	144.34	120	
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100.00	60	
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	198.00	50	
2540-F	Sólidos Sedimentables	mL/L	6.5	1	
5220-B	Aceites y Grasas	mg/L	13.7	20	
2530-B	Materia Flotante	NE	Ausente	Ausente	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: S al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta
PTAR = Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
EPA = Environmental Protection Agency
*Decreto N° 21-2017 Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el vertido de Aguas Residuales.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada por el Cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UN

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0000036

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS					AR-1901-0002
CLIENTE		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Bluefields Indian Caribbean University BICU		Bluefields / RACCS		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Keyssa Rojas Yahaira Cantillano		Estudiantes Egresadas de la Carrera de Lic. En Ciencias Ambientales		keysalissetrojas@gmail.com yahairacantillano@gmail.com	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO		INICIO DE ANÁLISIS		FINAL DE ANÁLISIS	
16/01/2019		17/01/2019		28/01/2019	
Fecha y Hora de Muestreo		15/01/2019 ; 3:11 PM		NUMERO DE MUESTRAS	
Muestreado por		Nestor Gonzáles		3350	
Supervisor de Muestreo en Campo		NR		Tres (03)	
Fuente		Pila 3		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
Tipo de muestra		Agua Residual Puntual			
Observaciones de Ubicación		Pilas de Oxidación - Barrio Fátima			
Coordenadas		0198570 / 1328494			
Codificación PIENSA		LA-1901-0047		Art. No. *27	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 3		
4500-H+	Potencial de Hidrógeno	pH	8.13		6 - 9
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	336.28		120
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	155.00		60
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	316.00		50
2540-F	Sólidos Sedimentables	mL/L	30.0		1
5220-B	Aceites y Grasas	mg/L	36.1		20
2530-B	Materia Flotante	NE	Presente		Ausente

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

Abreviaturas y símbolos: S al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta

PTAR = Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017

EPA = Environmental Protection Agency

*Decreto N° 21-2017 Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el vertido de Aguas Residuales.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada por el Cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0000037

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS					AR-1910-0105
CLIENTE		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Bluffields Indian y Caribbean University BICU		Bluffields / RACCS		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Keyssa Rojas / Yahaira Cantillano		Técnicas		keysalisaercojas@gmail.com	
				CELULAR	
				8331 7186	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					NÚMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANÁLISIS	FINAL DE ANÁLISIS	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADENA CUSTODIA	
23/10/2019	24/10/2019	31/10/2019	04/11/2019	3684	Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo			22/10/2019 : 3:29 PM		Rango o valor máximo permisible o recomendado
Muestreado por			Keyssa Rojas		
Supervisor de Muestreo en Campo			NR		
Fuente			Descarga de Tubería		
Tipo de muestra			Agua Residual Puntual		
Observaciones de Ubicación			Barrio Fátima Sector Calle Colón		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA					
LA-1910-0929					
METODO SM o EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1		Art. 27*
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.30		6 - 9
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	134.04		120
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	24.44		80
2540-D	Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	6.00		50
2540-F	Sólidos Sedimentables	mL/L	< 0.10		1
5220-B	Ácidos y Grasas	mg/L	1.80		20
2530-B	Materia Flotante	NE	Presente		Ausente

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: S al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NR= No Reporta
Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RII 2017
EPA = Environmental Protection Agency
*Decreto N° 21-2017 Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el vertido de Aguas Residuales.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada por el Cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. Mariela Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001661

Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

9.9 Instructivo para recolección de muestras



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Programa de Investigación y Estudios Nacionales y Servicios
Ambientales



PIENSA-UNI

INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS EN AGUAS RESIDUALES

Elaborado por:

Ing. Heidi Granados Soza

Noviembre, 2018

1. ALCANCE Y APLICACIÓN

El siguiente procedimiento será aplicable para la recolección de aguas residuales tales como: aguas tratadas o sin tratamiento provenientes de aguas domésticas e industriales, aguas de proceso, aguas de reuso, etc.

La adecuada recolección de muestras es importante para mantener la integridad de las muestras, el manejo inapropiado de la muestra puede invalidar los resultados de cualquier análisis de laboratorio.

2. PRECAUCIONES DURANTE LA RECOLECCIÓN

- Utilizar guantes para protección personal
- El sitio de recolección de las muestras debe ser representativo. Para ello, el flujo de agua en el punto de muestreo debe estar mezclado totalmente.
- Se debe seleccionar un lugar accesible bajo todas las condiciones meteorológicas, vías de acceso, puentes, etc.
- Tomar siempre todas las precauciones y proveerse de los equipos necesarios de seguridad.

3. PRECAUCIONES DE OPERACIÓN

- El tiempo requerido para el transporte de las muestras regirá el límite de las determinaciones y confiabilidad de los resultados. Es por eso que la distancia entre el sitio de muestreo y el laboratorio no deben superar las 48 horas, si no es posible, tener en cuenta esta circunstancia en la interpretación de los resultados.
- No se debe recolectar muestras compuestas para la determinación de parámetros sujetos a cambios significativos e inevitables durante el almacenamiento; dichas determinaciones se deben realizar en muestras puntuales lo más pronto posible después de la recolección y preferiblemente en el sitio de recolección, por ejemplo: Oxígeno Disuelto, pH, Conductividad, Sólidos Sedimentables, Temperatura y bacteriológicos.
- Conservar la temperatura en la muestra $\leq 6^{\circ}\text{C}$.

4. MATERIALES UTILIZADOS DURANTE EL MUESTREO

↗ Thermo / Hielo	↗ Cadena de Custodia	↗ Termómetros
↗ Galones	↗ Tabla portapapeles	↗ Cronómetro
↗ Envases plásticos o vidrio	↗ Calculadora	↗ Conos imhoff
↗ Mecate grueso	↗ Hoja de levantamiento de campo	↗ Cinta métrica
↗ Baldes	↗ Soportes para conos imhoff	↗ Geoposicionador (cuando aplica)
↗ Envases graduados para la recolectar las alícuotas.	↗ Regleta de madera con filo lateral	↗ Soluciones buffer para pH y Conductividad
↗ Guantes / Mascarilla	↗ Pelotas pequeñas de plásticos	↗ Conductivimetro verificado
↗ Jabón antibacterial / Alcohol gel	↗ Formulario o tablas de caudales	↗ pHmetro verificado
↗ Pizetta con agua destilada	↗ Bolígrafo / Marcador Permanente	↗ Oxigenometro verificado
↗ Kleneex		

5. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS SIMPLES O COMPUESTAS

Según el tipo de muestreo a realizar, y los análisis solicitados por el cliente se procede a la toma de muestra:

Tipos de muestras:

Muestra puntual o simple: Muestra tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Se recomienda la recolección muestra puntual cuando:

- Las descargas del agua residual son intermitentes, por ejemplo, cuando se almacenan en tanques y se descarga una vez estos se llenan.
- Las características del desecho son constantes en cuanto a flujo y descarga.
- Para algunos parámetros se requiere siempre muestras puntuales como: Sólidos

Sedimentables, Oxígeno Disuelto, pH y Sulfuro.

Muestras compuestas: Es una mezcla homogénea de muestras puntuales con intervalos de una (1) hora, en representación al caudal y para completar un volumen proporcional a éste de manera que resulte representativo de la descarga total de aguas residuales y correspondiente al periodo total de días de trabajo de todas las actividades de la empresa, industria o sistema de tratamiento. El tiempo máximo no debe exceder las veinticuatro (24) horas.

Este tipo de muestreo es el más apropiado y se realiza puesto que:

-La composición de desecho siempre presentan variaciones.

-Se debe considerar las disposiciones requeridas por la legislación nacional referida en el Decreto 21-2017 “Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de Aguas Residuales”.

MUESTREO SIMPLE:

- Verificar el sitio de muestreo y que la ubicación de los equipos y utensilios de muestreo sea seguro.
- Identificar los recipientes antes de la recolección de la muestra (Código de Muestra, fecha y hora exacta de toma de muestra).
- Registrar en la hoja de campo el tipo de muestreo, ubicación de punto de muestreo, código de la muestra.
- Ponerse guantes y tomar el balde para la toma de muestra en el punto señalado por el cliente. (utilizar mecate o muestreador si es inaccesible)
- Con ayuda del beaker plástico tomar parte de la muestra simple y medir parámetros de campo solicitados por el cliente y anotarlos en la hoja de campo.
- Llenado de los recipientes para su preservación dentro del termo: Antes de recolectar la muestra se debe enjuagar dos o tres veces a excepción de la muestra para análisis bacteriológico o recipientes que contengan preservantes.

MUESTREO COMPUESTO:

- Se realiza el mismo procedimiento que un muestreo simple, con la diferencia que en cada toma de muestra a lo largo de la jornada de muestreo (8, 12 o 24 horas) las muestras individuales (alícuota) se debe recolectar en volúmenes proporcionales al caudal previamente medido por el técnico de muestreo, calculando obtener un volumen final de 4 L o 3,785 ml. Hacer este mismo procedimiento cada hora.
- Para las muestras de aceites y grasas tomar pequeños volúmenes directamente en el envase de vidrio suministrando hasta completar su volumen.

6. MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

- Recolectar la muestra y almacenarla hasta el inicio del análisis, no debe excederse de 48 horas.
- Conservar las muestras en un termo con hielo a una temperatura $\leq 6^{\circ}\text{C}$ durante el transporte y refrigeración en el laboratorio.
- La muestra deberá permanecer refrigerada hasta la realización del análisis dentro del tiempo estipulado.

7. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- Utilice un termómetro para verificar la temperatura del termo con hielo en donde se resguardará la muestra.

8. FORMA DE PRESERVACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN ANÁLISIS

NOMBRE DEL ENSAYO	TIPO DE ENVASE	CANT. MINIMA DE MUESTRAS	TIPO DE MUESTRA	PRESERVACIÓN	TIEMPO O MAX. DE ALMACENAMIENTO
Potencial de Hidrógeno	plástico / vidrio	50	Fortuita	Analizar inmediatamente	0.25 horas
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5)	plástico / vidrio	1000	Fortuita / Compuesta	Refrigerar $>0^{\circ}\text{C} \leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas

Demanda Química de Oxígeno	plástico / vidrio	100	Fortuita / Compuesta	Analizar tan pronto como sea posible ó agregar H ₂ SO ₄ hasta un pH < 2 y Refrigerar >0°C ≤ 6°C	28 días
Aceites y Grasas Totales	vidrio / frasco de boca ancha	1000	Fortuita	agregar HCl o H ₂ SO ₄ hasta un pH < 2 y Refrigerar >0°C ≤ 6°C	28 días
Fósforo Total	plástico / vidrio	100	Fortuita / Compuesta	agregar HCl o H ₂ SO ₄ hasta un pH < 2 y Refrigerar >0°C ≤ 6°C	28 días
Nitrógeno Total	plástico / vidrio	500	Fortuita / Compuesta	Agregar H ₂ SO ₄ hasta un pH < 2 y Refrigerar >0°C ≤ 6°C	28 días
Sólidos o Materia Flotantes	plástico / vidrio	200	Fortuita / Compuesta	Refrigerar >0°C ≤ 6°C	7 días
Sólidos Suspendidos Totales	plástico / vidrio	200	Fortuita / Compuesta	Refrigerar >0°C ≤ 6°C	7 días
Sólidos Sedimentables	plástico / vidrio	1000	Fortuita	Refrigerar >0°C ≤ 6°C	7 días

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **APHA, AWWA, WEF. (2017).** *Standard Methods for the examination of water. 23RD.* Washington, DC.
- **Decreto 21-2017 (2017).** *Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el vertido de Aguas Residuales. Diario Oficial La Gaceta. República de Nicaragua. Managua 30 de noviembre de 2017.*