

Plan de manejo integral de residuos sólidos para la comunidad de Pijibasal, zona de amortiguamiento del Parque Nacional Darién, República de Panamá

Comprehensive plan for solid waste management at the community of Pijibasal, buffer zone of the Darien National Park, Republic of Panama

Luzzby Mezúa¹, Viccelda María Domínguez^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Ambiental – Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Tecnológica de Panamá

²Departamento de Hidráulica, Sanitaria y Ciencias Ambientales – Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Tecnológica de Panamá

46

Resumen Existen distintas metodologías para analizar y evaluar las condiciones de manejo de residuos sólidos en un área en concreto. El presente estudio se basa en la recopilación de información referente a esta temática, la utilización de sistemas de información geográfica para representar las características de la comunidad indígena de Pijibasal teniendo en cuenta las normas vigentes. Las metodologías de Oncins y la de Organización Panamericana de Salud (OPS) – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) permitieron determinar el tamaño de las muestras, el análisis cuantitativo y cualitativo de residuos sólidos. Y por último se evaluaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua se seleccionaron a través los métodos de medición y análisis establecidos en “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” de APHA, AWWA y WEF. De acuerdo a estos métodos se propuso un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para esta área de estudio.

Palabras claves Agua residual, biodegradación, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), desinfección, depuración, muestra, multiparámetro, producción per cápita

Abstract There are various methodologies for analyzing and evaluating the conditions of management of solid waste in a particular area. The present study is based on the collection of information concerning to this subject, the use of geographic information systems to represent the general characteristics of the indigenous community of Pijibasal taking into account regulations. Oncins methodologies and the Pan American Health Organization (PAHO) - Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences (in Spanish CEPIS) allowed to determine the size of the samples, the quantitative and qualitative analysis of solid waste. And finally we assessed the physical parameters, chemical and microbiological water were selected through the methods of measurement and analysis established in “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” APHA, AWWA and WEF. According to these methods is proposed an integrated waste management Plan for this area of study.

Keywords Residual water, biodegradation, biochemical demand of oxygen(BOD₅), disinfection, sewage disposal, sample, multiparameter and per capita output.

* Corresponding author: viccelda.dominguez@utp.ac.pa

1. Introducción

El presente estudio Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para la comunidad de Pijibasal ubicada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Darién (PND), República de Panamá tiene como propósito plantear una metodología y propuesta para manejo de los residuos sólidos de forma sostenible y amigable con el medio ambiente. De igual manera, ofrecer una mejor calidad de vida a los habitantes en el área de estudio por medio de la promoción de la conservación y protección de los recursos naturales renovables, en especial las fuentes de agua superficiales.

Los estudios realizados previamente en el área de estudio han estimado que las condiciones de saneamiento básico son casi deplorables, los servicios básicos son escasos esto ha permitido que las poblaciones rurales e indígenas se encuentren expuestas a enfermedades asociada al saneamiento y a la disposición final deficiente de residuos sólidos.

Por esta razón se escogió este tema como proyecto para proponer un sistema que trate los diferentes tipos de residuos sólidos y un sitio de disposición final de residuos sólidos inútiles.

Debido a las condiciones anteriormente mencionadas que pueden alterar la integridad ecológica de las fuentes de aguas superficiales cercanas al Parque Nacional Darién y su gran valor e importancia de conservación a nivel global, es necesario establecer un plan de educación ambiental orientado al manejo de residuos sólidos y líquidos que son generados por las actividades que desarrollan estas comunidades.

Como aporte, la información generada es importante porque permite presentar un modelo de alternativa que mejora las condiciones ambientales e incide positivamente en la calidad de vida y bienestar de comunidades indígenas, tomando como caso de estudio, la población de Pijibasal.

El objetivo principal de este estudio es presentar un modelo de Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos y Tratamiento de Aguas Residuales para los habitantes de la comunidad de Pijibasal ubicado en la zona de amortiguamiento del PND, con el fortalecimiento local para la gestión ambiental.

El área de estudio la comprenden las comunidades Pijibasal, Pirre 1 y Pirre 2 que pertenecen al corregimiento de El Real, Distrito de Pinogana, todas en la zona de amortiguamiento del PND; con especial énfasis en la comunidad de Pijibasal [3].

La población de Pijibasal es de 106 habitantes, las vías de acceso se encuentran en mal estado y los principales ríos principales son: (1) Pirre y (2) Perrecénico.

En la siguiente figura 1 se observa el mapa de la red vial y de los ríos principales del área de estudio.

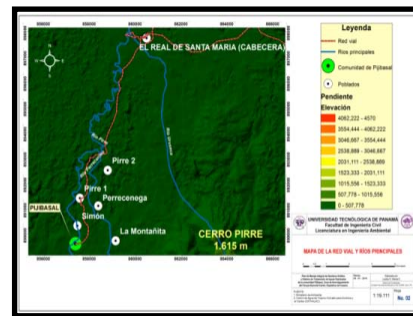


Figura 1. Mapa de la red vial y ríos principales elaborado a través de Sistema de Información Geográfica (SIG).

2. Materiales y métodos

2.1 Análisis físicos de los residuos sólidos

Para realizar los análisis cualitativos y cuantitativos de los residuos fue necesario obtener, primeramente, los materiales que aparecen listados en el cuadro a continuación.

Cuadro 1. Materiales y equipos para los análisis físicos de los residuos sólidos

Material	Cantidad
Bolsas negras por viviendas	7 por vivienda por 7 días
Cinta métrica	1
Balanza	25 y 400 lbs.
Recipiente de plástico	1(210 L de cap.)
Botas de trabajo	1 par
Recipiente	5 (19 L de cap.)
Hoja de trabajo	1
GPS para georeferenciación	2
Mascarillas de protección	Por día y por persona

2.2 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las fuentes de agua superficiales

Para realizar los estudios *in situ* y *ex situ* fue necesario obtener materiales y reactivos de las muestras de aguas obtenidas en los ríos Pirre y Perrecénico fueron necesarios obtener reactivos o materiales indispensables para la valorización correcta de los parámetros evaluados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Materiales y reactivos usados para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los ríos Pirre y Perrecénico

Reactivo	Cantidad / Volumen
Envases de plástico	10 de 1 litro
Termo	2
Guante de látex	1 par por punto de muestreo
4 Cápsulas de porcelana	100 mL
Papel filtro Whatman 100 mm cat. No 1442110	
Patrón de conductividad	
Caja de envases esterilizados	100 unidades
Snap Colilert	200 unidades
Charolas	100 unidades

Luego de haber recolectado las muestras de basura, se procedió a realizarles los análisis físicos.

2.3. Métodos de los análisis físicos de los residuos sólidos

En el cuadro 3 se citan las metodologías más conocidas para realizar los estudios físicos de los residuos sólidos.

Cuadro 3. Métodos de análisis físicos de los residuos sólidos

Estudio	Método
1. Tamaño de la muestra	[5] y [14]
2. Procedimientos preliminares	[2]
3. Propiedades cuantitativas: peso total promedio, peso desechos orgánicos e inorgánicos, volumen y densidad.	[9], [18] y [19]
4. Propiedades cualitativas: generación per cápita (GPC), proyección GPC, composición física.	

En la figura 2 se muestra la metodología de cuarteo de la basura para determinar la composición física de estos residuos.



Figura 2. Método de cuarteo.

2.4 Método de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los ríos Pirre y Perrecénico

Primeramente, para los análisis fisicoquímicos se tomaron dos muestras por parámetro por punto por periodo y los análisis microbiológicos se tomaron 3 muestras por parámetro por punto.

Los estudios se realizaron en campo y en el laboratorio de sanitaria con el Multiparámetro YSI 556 y el Espectrofotómetro HACH DR/2010.

Se utilizaron metodologías específicas para determinar los constituyentes físicos, químicos y microbiológicos de las fuentes de aguas superficiales [1], [4] y [5].

Los parámetros que se evaluaron fueron el pH, Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Turbiedad (FAU), Salinidad ($\% \text{ppm}$), Sólidos totales (mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes totales (NMP/100 mL) y E. coli (NMP/100 mL).

En la figura 3 se muestran algunas imágenes de los estudios fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras obtenidas *in situ*.

3. Resultados y discusión

En la comunidad de Pijibasal el tratamiento domiciliar de los residuos sólidos reside en depósitos de quema y espacios o sitios no apropiados; ninguna de estas viviendas poseen un sistema público de disposición final de residuos sólidos, como es el caso del Corregimiento de El Real.

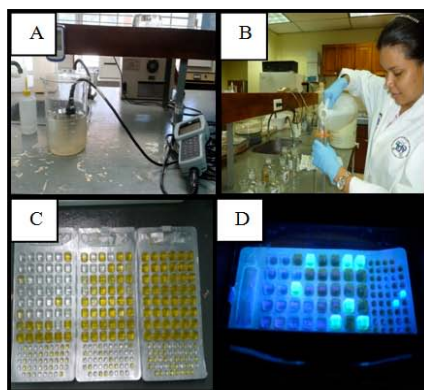


Figura 3. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los ríos Pirre y Perrecénico: (a) medición de salinidad en el Multiparámetro YSI 556; (b) preparación de las muestras para DBO5; (c) Conteo de Coliformes Totales de Colilert, (d) Conteo de E. coli de Colilert en luz ultravioleta.

3.1 Resultados cuantitativos de Residuos Sólidos (RS)

Las propiedades cuantitativas de los residuos sólidos son todas aquellas propiedades físicas que permiten establecer las características propias de la basura en el área de estudio.

Estas son: (1) peso promedio(kg/día), (2) promedio de residuos orgánicos(kg/día), (3) promedio de residuos inorgánicos(kg/día), (4) volumen de la basura (m³) y densidad (kg/m³).

En la tabla 1 se listan las características cuantitativas de la basura en la comunidad de Pijibasal.

Tabla 1. Características cuantitativas de la basura en la comunidad de Pijibasal

Parámetro	Valor
Peso promedio de residuos sólidos(kg/día)	27,93
Desechos sólidos orgánicos(kg/día)	16,31
Desechos sólidos inorgánicos(kg/día)	13,00
Volumen(m ³)	0,1383
Densidad(kg/m ³)	273,71

La densidad tiene su importancia a la hora de determinar la capacidad de los equipos de recogida y almacenamiento de residuos. La densidad de los residuos domiciliarios en recipientes cilíndricos varía entre 150 – 250 kg/m³.

En este caso, la densidad promedio equivale a 273.72 kg/m³ este resultado no se puede comparar con otros estudios ya que este parámetro depende del grado de compactación, pero también depende de la localización geográfica, la estación del año, el clima, los componentes y el tiempo de almacenamiento.

3.2 Resultados cualitativos de Residuos Sólidos (RS)

Las características cualitativas son las que determinan las posibles alternativas de gestión conforme al sistema de recolección y transporte, tratamiento de residuos biodegradables y no biodegradables y sitio de disposición final de residuos inútiles no aprovechables. Estas son: (1) Generación per cápita (GPC); (2) Composición física de los residuos sólidos.

En el estudio realizado se ha determinado que la generación diaria de residuos sólidos en la comunidad de Pijibasal es de 0.47 kilogramos diarios, en el cual se estudió la generación total diaria domiciliaria (Tabla 2).

Tabla 2. Generación per cápita (GPC)

Generación per cápita (GPC) (kg/día/hab.)	Resultados iniciales	Resultados finales validados
Promedio	0,57	0,47
Generación per cápita (GPC) (kg/día/hab.)	Resultados iniciales	Resultados finales validados
Promedio	0,57	0,47
Total(Ton/día)	0,04653 Ton / día	
Varianza	0,34	0,11
Desviación estándar	0,58	0,53
Nº total muestras	16 viviendas	
Nº efectivo de muestras	14 viviendas	

La composición física está integrada por materia orgánica, plásticos, papel, cartón, vidrios, cauchos, metales, baterías e inútiles.

En la figura 4 se observa el promedio de la composición física de la basura durante los siete días de muestreo.

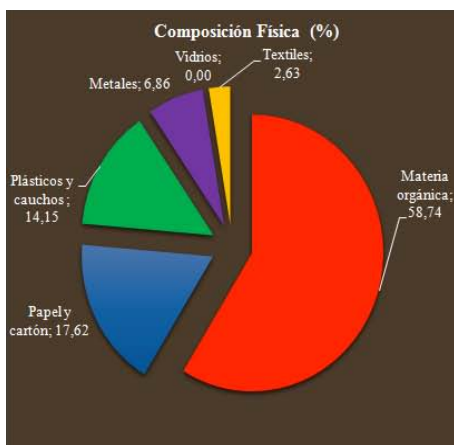


Figura 4. Composición física promedio de la comunidad de Pijibasal.

De acuerdo a este resultado se determinó que el **58.74% (figura 3.10) de producción de residuos corresponde** al material orgánico biodegradable procedentes de alimentos, jardines y cultivos, haciendo un total de 0. 27 Ton/día.

El contenido del material orgánico representa un considerable volumen para implementar un programa de producción de *compost* y *humus*, consiste en una técnica reconocida y de fácil ejecución, que permite tratar de manera racional, económica y segura los distintos tipos de residuos orgánicos y conservar los nutrientes presentes en estos residuos, aprovechándolos en agricultura de subsistencia en las comunidades bajo estudio [10].

El 41.00% de residuos producidos en estas comunidades son materiales inorgánicos reciclables tales como papel, cartón, vidrio, botellas PET, botellas HDPE y latas de aluminio. Estos pueden ser recuperados si se implementa de manera acertada en un Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), puede constituir una fuente de ingresos para las personas de escasos recursos, formando asociaciones [4].

Las malas prácticas en la gestión de los residuos sólidos acarrearán impactos negativos tales como el incremento de plagas y

enfermedades, contaminación de fuentes de agua superficiales por lixiviados, malos olores y afecta la belleza paisajística de las comunidades con potencial turístico [17].

La recuperación de materiales de la basura para ser reciclados, genera ingreso a personas que se encuentren desocupadas, los cuales encuentran un beneficio en esta labor, formando asociaciones, en donde las autoridades municipales, fundaciones y organismos privados deben velar por la salud, dar asesoramiento, realizar cursos de capacitación y de administración, realizar donaciones de capital o préstamos para financiar actividades o compras de equipos [11].

La preservación de la salud de la población el manejo adecuado de los residuos sólidos permitirá la eliminación de los botaderos y la disminución de focos infecciosos y vectores transmisores de enfermedades, recuperando áreas afectadas por la inadecuada disposición de los residuos y por tal mejorará el ecosistema urbano [16].

3.2.1 Comparación de la GPC con otros estudios

De acuerdo a otros estudios se pudo realizar varias comparaciones con respecto a la generación per cápita (GPC) producida en la comunidad de Pijibasal.

Para realizar esta comparación se tomó en cuenta diferentes estudios a nivel nacional, regional e internacional sobre las características generales de los residuos generados. Sin embargo, por falta de información no se pudo comparar estos resultados con otros estudios locales realizados en la región de Darién.

En la tabla 3 se observa la comparación de la GPC con estudios nacionales y regionales.

La generación per cápita más cercana a 0,47 kg/día es el estudio presentado por Cárdenas y Domínguez sobre el Diseño de Relleno Sanitario para la Ciudad de La Chorrera, realizado en 1994 para el cual la GPC es de 0,50 kg/día, ya que estas comunidades presentan características tales como: localización, condiciones socioeconómicas y vías de acceso.

Asimismo se determinó que para los próximos veinte años la población de Pijibasal aumentará de 106 a 177 habitantes y la proyección de la

Tabla 3. Comparación de la GPC

Producción per cápita (Kg/hab/día)	Estudio
0.30 - 1.20	OPS, 1996 Estudios sectoriales y del sistema de Monitoreo de Residuos Sólidos Urbanos (SIMRU) en ciudades de Latinoamérica y el Caribe Acuiro <i>et al.</i> (1997).
0.50	Diseño de Relleno Sanitario para la Ciudad de La Chorrera, Cárdenas y Domínguez (1994).
0.30 - 0.60	Gestión de Residuos Sólidos, Distrito de Macaracas, Los Santos, Apronad (2012).
0.47	Este estudio Comunidad de Pijibasal (2015).

generación per cápita de los residuos sólidos está entre 0,47 – 0,57 kg/día, 0,17 – 0,21 ton/año; y por consiguiente para el año 2035 se habrán producido 36,98 toneladas.

Esto se debe a que el GPC se mantendrá igual cada dos años, ese mismo comportamiento lo presenta la GPC de toneladas por año lo que indica que la población no generará gran cantidad de residuos sólidos o lo suficiente como para diseñar un relleno sanitario manual como sitio seguro de disposición final.

En la figura 5 se observa la producción de los residuos sólidos dada en toneladas por año.

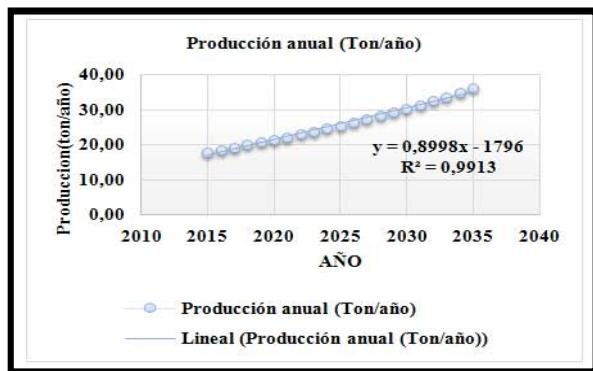


Figura 5. Producción anual (Ton/año).

En este gráfico se muestra que la producción anual dentro de veinte años será de 39,00 ton/año.

3.2.2 Comparación de la composición física con otros estudios.

En la tabla 4 se cita la comparación de resultados finales de la composición física con otros estudios.

De acuerdo con esta tabla 4 la composición de este estudio se pueden comparar con el estudio de Guerra en el 2008 sobre la Propuesta de Manejo Adecuado de los residuos sólidos en las subcuencas de los ríos Los Hules – Tinajones y Caño Quebrado ya que el 71.00% de los resultados se ajustan con los datos suministrados de este proyecto de investigación.

Tabla 4. Comparación de la composición física

COMPOSICIÓN	Porcentaje en Peso				
	Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos (Orcoosupa, 2002)	Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos en el Parque Nacional Natural Gorgona, Cauca, Colombia (Arboleda, 2009)	Estudio sobre el Plan de Manejo de los Desechos Sólidos para la Municipalidad de Panamá en la República de Panamá (JICA, 2003)	Propuesta de Manejo Adecuado de los residuos sólidos en las subcuencas de los ríos Los Hules – Tinajones y Caño Quebrado (Guerra, 2008)	Comunidad de Pijibasal (Este estudio)
Materia orgánica	53,90	71,80	40,90	47,24	58,78
Papel, cartón	13,00	4,50	19,00	17,53	17,62
Plásticos y cauchos	12,10	5,00	9,90	28,69	14,15
Metales	3,20	2,90	5,50	5,00	6,86
Vidrios	1,60	2,10	3,50	2,34	0,00
Textiles	5,40	0,20	13,30	4,43	2,63
Otros	10,80	0,20	8,00	12,43	0,00

A su vez los resultados de la composición física del estudio también coinciden con la distribución típica de los componentes físicos de los residuos sólidos en países de bajo, mediano y alto ingreso [18] y [19].

3.3 Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Los criterios de calidad del agua son diferentes de acuerdo al uso que se le dé a la fuente de agua existente.

Estos criterios son unos determinados parámetros con rangos obligatorios que se consideran como indicadores de contaminación que varían en número, naturaleza y valor según la utilización del agua [20].

En este caso, para utilizar las aguas continentales superficiales como los ríos Pirre y Perrecénico como fuente de abastecimiento de agua potable, es importante que estos cumplan con los límites mínimos de la normativa “Directiva (75/440/CEE) de 1975”: Calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Esta normativa asegura el correcto uso y estado de estas fuentes.

Para analizar y evaluar la calidad ambiental de estos cuerpos de agua se realizó una comparación con los límites permisibles que figuran en el anexo II de la normativa [20].

En las tablas 5 y 6 donde se muestra la comparación de los resultados obtenidos de los ríos Pirre y Perrecénico con la normativa europea.

Tabla 5. Resultados del río Pirre y límites permisibles de la Directiva (75/440/CEE) Tipo A-1

Parámetros	Época	Estación Lluviosa		Estación Seca		Criterios de calidad
	Ptos. Monitoreo	P1	P2	P1	P2	
Físicos	pH	6,86	6,85	6,89	6,97	6,5 -9,5
	Conductividad (ms/cm)	0,1	0,085	0,85	0,066	1000
	Temperatura (°C)	23,74	24,32	20,65	22,53	25
	Turbiedad (FAU)	18	13	6	10	a
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	8,3	8,8	7,7	7,5	50,0 % (4,25)
	Salinidad (%)	0,04	0,04	0,03	0,02	a
	Sólidos Totales (mg/L)	10	98	3,366	262	a
	Sólidos Disueltos (mg/L)	60	56	60	500	a
	Sólidos Suspendidos (mg/L)	11	11	7	8	a
Químicos	DBO5	1,7	1,5	1,0	1,0	5
Microbiológicos	Coliformes Totales(NMP/100mL) x 10 ⁻³	1.08 E + 02	9.13 E + 02	4.71 E + 02	2.92 E + 03	a
	E.coli (NMP/100 mL) x 10 ⁻³	84	30	31	52	a

4. Plan de manejo integral de residuos sólidos propuesto

De acuerdo a los estudios cuantitativos y cualitativos de la basura se determinó que el Plan de Manejo de Integral de Residuos Sólidos para la comunidad de Pijibasal debe integrar un sistema de separación de la fuente a nivel colectivo e individual de los residuos producidos.

Tabla 6. Resultados del río Perrecénico y límites permisibles de la Directiva (75/440/CEE) Tipo A-1

Parámetros	Época	Estación Lluviosa		Estación Seca		Criterios de calidad
	Ptos. Monitoreo	P1	P2	P1	P2	
Físicos	pH	6,95	7,02	7,02	7,06	6,5 -9,5
	Conductividad (ms/cm)		0,124	0,190	0,164	1000
	Temperatura (°C)	23,29	25,46	22,40	21,23	25
	Turbiedad (FAU)	12	20	2	7,0	a
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	10	12	7,70	5,0	50,0 % (4,25)
	Salinidad (%)	0,030	0,060	0,09	0,08	a
	Sólidos Disueltos (mg/L)	60	130	30	115	a
	Sólidos Totales (mg/L)	94	104	238	240	a
	Sólidos Suspendidos (mg/L)	9	19	2	10	a
Químicos	DBO5	2,6	2,3	1,3	0,8	<3
Microbiológicos	Coliformes Totales(NMP/100mL) x 10 ⁻³	56,3	2.72 E + 03	3.44 E + 03	9.32 E + 02	a
	E.coli (NMP/100 mL) x 10 ⁻³	52	31	1.09 E + 02	41	a

De realizarse lo anterior se podrá reducir el volumen de generación, como también de recolección y transporte a través de un sitio de acopio y de transferencia propuesto por parte de la población beneficiada pero es importante aclarar que se recomienda que la frecuencia de recolección de residuos orgánicos se haga diariamente a las 9 a. m. y de los residuos inorgánicos los martes y viernes a la misma hora.

Para finalizar, el sistema de tratamiento y disposición final consiste en tres ejes: (1) Guías de buenas prácticas ambientales fundamentadas en el principio de Producción + limpia para reducir el volumen de producción por medio de reutilización de productos reciclados, (2) Tratamiento de residuos biodegradables y no biodegradables: compostaje/biodigestor anaerobio y celdas de bioseguridad para baterías y (3) y sitio de disposición final de residuos inútiles: vertedero controlado.

En la figura 6 que describe el esquema del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para la comunidad de Pijibasal.



Figura 6. Descripción gráfica del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para la comunidad de Pijibasal.

En esta figura se detallan las tres principales fases del manejo integral de los residuos sólidos.

5. Sistema de tratamiento de potabilización de las fuentes de agua recomendado

De acuerdo a la referencia [20], se establece una clasificación de las aguas superficiales cuyo destino sea el consumo humano según el grado de potabilización necesario.

Considerando los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los ríos Pirre y Perrecénico y los valores mínimos permisibles de la normativa, se pueden considerar como fuentes de agua de tipo A-1.

Solo hay que tomar en consideración que el único parámetro que no coincide con la unidad de análisis son las Coliformes Totales de (X102 a X103).

Por consiguiente se asumió que la calidad microbiológica de estas fuentes son muy pobre de acuerdo a la referencia [21] sobre la calidad microbiológica de las fuentes de aguas superficiales de las áreas rurales de Trinidad y los ya que sobrepasan los (100/100 mL) lo cual se considera subsanable con buenas prácticas ambientales de la comunidad y por seguridad desinfección para esa concentración de Coliformes Totales.

En la figura 7 se detalla un diagrama sobre sistema de tratamiento recomendado para las fuentes de agua del área de estudio.



Figura 7. Tratamiento de potabilización de las fuentes de aguas superficiales.

Encasodeincluiruntanquedealmacenamiento al sistema de abastecimiento de agua potable para su posterior distribución es necesario que los análisis obtenidos cumplan con estudios a nivel local con respecto a las características que deben tener las fuentes de agua para poder ser consideradas como agua potable.

Por consiguiente, en la tabla 7 se detallan los resultados de la calidad de fisicoquímica del tanque de reserva de la comunidad de Arimal, corregimiento de Santa Fe, localizado en el distrito de Chepigana, donde se muestra que todos los parámetros cumplen con los valores permitidos [6] y [13].

Tabla 7. Examen de calidad ambiental del tanque de reserva

Parámetros	Resultados obtenidos	Valores permitidos de referencia
Físico		
pH(Potencial de H)	8,09	6,5-8,5
Turbiedad(UNT)	1,17	1,0 UNT
S.D.T(mg/L)	446,6	500,0
Conductividad(ohms)	812,0	a
Químico		
Hierro(mg/L)	0,12	0,30
Nitrato(mg/L)	2,3	10,0
Nitrato(mg/L)	0,014	1,0

Observación: (1) la letra “a” se refiere al parámetro que no está normado en la ley de referencia.

De acuerdo a esta tabla el tanque de reserva cumple con todos los valores permisibles de los parámetros. Por lo tanto, el sistema de tratamiento que se escogió satisface con las exigencias requeridas.

6. Sistema de tratamiento de aguas residuales “grises” recomendado

Las aguas servidas son aguas residuales de origen doméstico ya que fueron usadas anteriormente y constituyen un residuo y no sirve para el usuario directo estas se mezclan con las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

El manejo de las aguas residuales está limitado a usar el cuerpo de agua superficial como medio receptor debido a la falta de infraestructuras sanitarias. Por lo tanto, la alternativa tecnológica de saneamiento consiste en una solución de ingeniería sistema de recolección sin red de tuberías a nivel domiciliario o unifamiliar a través de un sistema de filtración casera [12].

En la figura 8 se muestra la descripción gráfica del proceso recomendado para el tratamiento de aguas residuales grises.

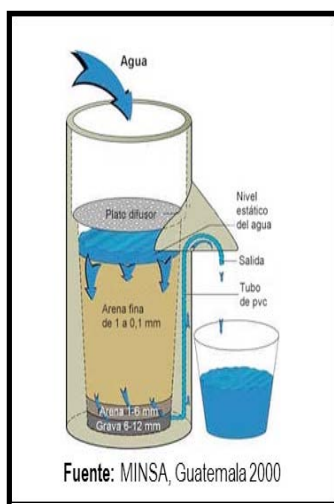


Figura 8. Sistema de filtración casera [12].

Luego de establecer el sistema de tratamiento de las aguas grises, el mismo debe pasar por un proceso de evaluación que determina la eficacia del sistema a través de pruebas de calidad dadas en las normativas panameñas de reutilización y descargas de efluentes líquidos a cuerpos receptores [7] y [8].

7. Conclusiones

Se logró presentar un modelo de Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos y Tratamiento de Aguas Residuales para los habitantes de la comunidad de Pijibasal

ubicado en la zona de amortiguamiento del PND, con el fortalecimiento local para la gestión ambiental. De acuerdo a los estudios realizados se recomienda un sistema de compostaje/biodigestor anaerobio para el tratamiento de la fracción orgánica de [58.74% (4,87ton/año)], prácticas de reutilización y celdas de bioseguridad para materiales reciclados inorgánicos de [41% (4,76 ton/año)] y un sistema de vertedero controlado para los residuos inútiles.

En cuanto al sistema de tratamiento de aguas residuales (grises) se puede complementar con el programa de Sanidad Básica.

De acuerdo a la normativa de la Directiva de la Comunidad Europea (75/440/CEE) Tipo A-1, la calidad de agua de los ríos Pirre y su afluente Perrecénico es apta para consumo humano utilizando tratamiento físico y desinfección. Es importante priorizar en un plan de protección de los recursos hídricos no solo en la parte alta sino en la parte baja de la cuenca donde se concentra la mayor población del corregimiento de El Real, es allí donde algunos estudios aclaran que las fuentes de aguas superficiales presentan concentraciones altas de contaminación.

Se recomienda actualizar el Plan de Manejo de Desechos Sólidos del corregimiento de Garachiné, integrar al actual proyecto, un Estudio de Impacto Ambiental, desarrollar una campaña de: promoción, capacitación de la elaboración del compost como proceso de tratamiento y uso alternativo de los desechos orgánicos producidos en las comunidades del PND, trabajar en conjunto con distintas Ongs e instituciones gubernamentales para la elaboración de un Manual de residuos sólidos, actualizar y mejorar el sistema de manejo de desechos sólidos y el tratamiento de aguas residuales del corregimiento de El Real, crear una sinergia con entidades gubernamentales y Ongs para realizar la propuesta del Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (CC) por medio de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos cuenca N° 156 del río Tuirá y de la cuenca N° 162 del Río Sambú.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Sanitaria de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), de la Facultad de Ingeniería Civil.

Al proyecto Plan de Implementación 2013-2016 del Plan Estratégico del Fondo Darién, administrado por la Fundación Natura y ejecutado por el Grupo de Educación y Manejo Ambiental Sostenible (GEMAS), por la beca que posibilitó este proyecto.

Y a las autoridades locales y dirigentes de la comunidad de Pijibasal: Sr. Alipio Flaco (Dirigente Principal Nokora), Sr. Arnulfo Megizama (Sub dirigente Nokora) y Sr. Climelo Contreras (Líder Comunitario).

REFERENCIAS

- [1] APHA, AWWA, WEF. (1980). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (15th Ed.). Washington D.C.
- [2] CEPIS. (1994). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos.
- [3] CONADES. (2008). Estudio y Análisis Integrado de la Región Darién.
- [4] Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias. (1999). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT. N° 21-393: Toma de muestra para el análisis físico-químico. República de Panamá.
- [5] Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias. (1999). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT. N° 22-394: Toma de muestras para el análisis biológico. República de Panamá.
- [6] Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias. (1999). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT. N° 23-395: Este reglamento técnico tiene por objeto establecer requisitos físicos, químicos, biológicos y radiológicos que debe cumplir el agua potable. Panamá.
- [7] Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias. (2000). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT. N° 24-99: Agua. Calidad de Agua. Reutilización de Aguas Residuales Tratadas para su reutilización. República de Panamá. 2000.
- [8] Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias. (2000). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT N° 35-2000: Descargas de flujos líquidos directamente a cuerpos y masa de las aguas superficiales y subterráneas. República de Panamá.
- [9] Domínguez, V., & Franco, N. (1996). Manejo Integral de los Desechos Sólidos en San Lucas Sacatepéquez. Trabajo de titulación (Tesis de Maestría en Magister Scientifcae de Ingeniería Sanitaria). Guatemala.
- [10] Fabelo, J. (2006). Minimización de residuos mediante la obtención de compost de residuos sólidos urbanos en la universidad central “Marta Abreu” de las villas. Cuba.
- [11] Medina, M. (1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina (Vol. 11). Frontera norte. México.
- [12] MINSA. (2000). Diseño de filtro casero para tratamiento del agua de consumo humano en comunidades indígenas. Guatemala.
- [13] MINSA. Regional de Darién. (2011). Examen microbiológico del Agua: Arimal Tanque de reserva. Policentro de salud de Parque Lefreve, Laboratorio regional de calidad de aguas. Consultado en abril 2016. Ciudad de Panamá.
- [14] Mojica V., Rodríguez X. (2007). Modelación hidrológica con escenarios de contaminación difusa, para la planificación ambiental en la cuenca del río David. Trabajo de Titulación (Tesis de Grado en Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Civil. República de Panamá.
- [15] Oncins, M. (2004). Encuestas: Metodología para su utilización. Consultado en Noviembre 2014, desde https://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_283.htm
- [16] Quispe, J. (2009). Gestión de los residuos sólidos. Puno, Perú.
- [17] Röben, E. (2003). El reciclaje: oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico.
- [18] Tchobanoglous, G., Thiesen, H., & Vigil, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos (Vol. I). Madrid: McGraw-Hill.
- [19] Tchobanoglous, G., Thiesen, H., & Vigil, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos (Vol. II). Madrid: McGraw-Hill.
- [20] UE. (1975). Directiva del Consejo (75/440/CEE): Normativa sobre la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.
- [21] Welch, P., David, J., Clarke, W., Trinidad, A., Penner, D., Bernstein, S., Adesiyun, A. (2000). Quality of water in rural communities of Trinidad. Revista Panamericana de Salud Pública (Jorneys Public Health), 8(3), 172-180.