

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “MIRIKIRI”

CARRERA: GESTIÓN DE AGUA Y RIEGO



PROYECTO DE GRADO

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BIOBARDAS DE RESIDUOS
PLÁSTICOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA DEL RÍO
PALLINA MUNICIPIO DE VIACHA**

Por

KELLY SOLEDAD LEÓN QUISPE

SALVADOR REYNALDO CONDE HERRERA

Tutor

ING. TEDDY GUTIÉRREZ MAMANI

**Proyecto de Grado presentado para optar el Título de Técnico Superior en
Gestión de Agua y Riego**

Comanche - Bolivia

2019

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1 TEMA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BIOBARDAS DE RESIDUOS PLÁSTICOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA DEL RÍO PALLINA MUNICIPIO DE VIACHA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 DIAGNÓSTICO	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
a) JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	3
b) JUSTIFICACIÓN SOCIAL	3
1.4 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
a) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA O ASUNTO DE INVESTIGACIÓN	4
b) FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.5 OBJETIVOS	5
a) OBJETIVO GENERAL	5
b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.6 ALCANCE	5
a) ALCANCE TEMPORAL	5
b) ALCANCE ESPACIAL	5
1.7 MATERIALES METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	6
a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA	6
b) MATERIALES	7
c) MÉTODOS	8
d) TÉCNICAS	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA CONTAMINACIÓN	9
2.1.1 TIPOS DE CONTAMINANTES	9
a) CONTAMINANTES QUÍMICOS	9
b) CONTAMINANTES BIOLÓGICOS	10
c) CONTAMINANTES PSICOSOCIALES	10
2.1.2 TIPOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	10
a) CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	10

b) CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	11
c) CONTAMINACIÓN DEL SUELO.....	12
d) CONTAMINACIÓN VISUAL.....	13
e) CONTAMINACIÓN POR DESECHOS Y ESCOMBROS	13
2.1.3 CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS (PLÁSTICOS)	14
2.2 MUNICIPIO DE VIACHA	14
2.2.1 PRECIPITACIÓN.....	15
2.2.2 HIDROGRAFÍA DE VIACHA CUENCAS.....	15
2.2.3 REDES HIDROGRÁFICAS DEL MUNICIPIO DE VIACHA	16
2.2.4 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE VIACHA.....	17
a) PERCEPCIÓN CIUDADANA RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	17
b) PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE VIACHA.....	18
c) CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL Y URBANA GENERADA EN LA CIUDAD DE VIACHA.....	18
d) CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA KATARI (RÍO PALLINA).....	19
e) CONTAMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....	21
f) RESIDUOS SÓLIDOS	21
2.3 PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	23
2.4 DESCONTAMINACIÓN	24
2. LEGISLACION.....	24
2.5.1 LEY DE MEDIO AMBIENTE No. 1333 – ARTÍCULOS Y REGLAMENTOS....	25
2.6 ATRIBUCIONES QUE SE DEBERÍAN TRATAR Y EJECUTAR MEDIANTE LAS AUTORIDADES DEL NIVEL CENTRAL	28
2.7 ORGANIZACIÓN Y COMPETENCIA MUNICIPAL.....	29
2.8 BIOBARDAS UNA ALTERNATIVA PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA	30
2.8.1 PASOS PREVIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BIOBARDAS.....	31
2.8.2 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BIOBARDA.....	32
2.9 CAUDAL	33
2.9.1 MEDICIÓN DE CAUDAL	33
2.9.2 CAUDAL DEL RÍO PALLINA	41
CAPÍTULO III	42

PROPUESTA DE INNOVACIÓN	42
3.1 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BIOBARDAS DE RESIDUOS PLÁSTICOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA DEL RÍO PALLINA MUNICIPIO DE VIACHA.....	42
3.2 LOCALIZACIÓN.....	42
3.3 PROPÓSITO DE LA PROPUESTA	43
3.3.1 PRIMERA ETAPA: RECONOCIMIENTO DEL ÁREA A IMPLEMENTAR.....	43
3.3.2 SEGUNDA ETAPA: MEDICIÓN DE CAUDALES.....	43
3.3.3 TERCERA ETAPA: ENCUESTA A LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO DE VIACHA.....	46
3.3.4 CUARTA ETAPA: ARMADO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BIOBARDA	47
3.3.5 QUINTA ETAPA: DETERMINAR EL ALCANCE Y LIMITACIONES DEL SISTEMA.....	47
3.4 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	48
3.4.1 RESULTADO UNO: SOCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DE BIOBARDAS EN LA RADIO LETANÍAS 102.3	48
3.4.2 RESULTADO DOS: OBTENCIÓN DE DATOS Y CONTRUCCION DEL SISTEMA DE BIOBARDAS EN EL RÍO PALLINA	53
3.4.3 RESULTADO TRES: ENCUESTA Y LIMPIEZA DEL RÍO PALLINA	65
3.5 IMPACTO TECNOLÓGICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO	71
3.5.1 IMPACTO TECNOLÓGICO	71
3.5.2 IMPACTO AMBIENTAL	71
3.5.3 IMPACTO SOCIAL.....	72
3.5.4 IMPACTO ECONOMICO.....	72
3.6 PRESUPUESTO	72
3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS ESPERADOS	73
CAPÍTULO IV.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.Grado de contaminación del río Pallina	19
Cuadro 2.Puntos de porcentaje de contaminación del río Pallina	20
Cuadro 3.Toneladas producidas de desechos solidos	21
Cuadro 4.Duración de la basura.....	222
Cuadro 5. Radioemisoras del Municipio de Viacha	48
Cuadro 6. Resultados de la eficiencia de las biobardas	65
Cuadro 7. Aseo urbano	68
Cuadro 9. Presupuesto del sistema	72

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1.Método volumétrico	35
Fórmula 2. Determinar la velocidad de la corriente del río	37
Fórmula 3.Rectángulo: Es igual a base por altura.....	38
Fórmula 4.Trapezio	39
Fórmula 5.Triangulo, figura geométrica para medir una sección del área	39
Fórmula 6. Calculo para el caudal por el método del flotador	40
Fórmula 7. Calculo de la velocidad	44
Fórmula 8. Se utilizó la fórmula 5 para el cálculo del área con los datos obtenidos en campo	59
Fórmula 9. Se utilizó la fórmula 4 para calcular otra sección rectangular obtenida..	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Mapa del municipio de Viacha con sus municipios colindantes	7
Figura 2.Delimitación de contaminación respecto de la ciudad colindante	18
Figura 3.Sistema de Biobardas en el puente Pallina.....	32
Figura 4.Formato para construcción de biobardas	33
Figura 5.Medición del caudal por el método volumétrico	34
Figura 6.Materiales que se necesita para aforar por el método volumétrico	34
Figura 7.Forma de llevar acabo el aforo por el método volumétrico.....	35
Figura 8.Materiales para aforar por el método del flotador.....	36

Figura 9. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río por el método del flotador.....	36
Figura 10. Medición del caudal por el método del flotador	37
Figura 11. Forma para medir el perfil de la sección para un mejor aforo	38
Figura 12. Forma de medir la altura de las secciones.....	40
Figura 13. Puente Pallina	42
Figura 14.	45
Figura 15. División del ancho del río para la obtención de figuras geométricas como en la imagen.....	59

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Sistema de Biobardas en el puente Pallina.....	31
Fotografía 2. Socialización del sistema en instalaciones de la radio Letanías 102.3	48
Fotografía 3. Río Pallina.....	54
Fotografía 4. Diagnóstico del río Pallina.....	54
Fotografía 5. Diagnóstico	55
Fotografía 6. Despeje del área de aforo.....	56
Fotografía 7. Medición del ancho del río	56
Fotografía 8. Toma de los datos arrojados al medir la velocidad del cauce del río ..	58
Fotografía 9. Toma de datos de aforo por el método del flotador.....	61
Fotografía 10. Corroborando datos de aforo por el método del flotador.....	61
Fotografía 11. Recolección de botellas para la biobardas artesanal	62
Fotografía 12. Llenado de tierra en la botella central para ejercer peso para la biobardas.....	62
Fotografía 13. Armado de agrupación con las botellas para la biobardas.....	63
Fotografía 14. Finalización del armado de las botellas	63
Fotografía 15. Instalación de la biobardas en el Río Pallina	64
Fotografía 16. Limpieza del río Pallina con los vecinos.....	70
Fotografía 17. Contaminación del río Pallina.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Contaminación Ambiental de Viacha.....	17
Grafico 2. Tiempo de habitad de los vecinos en la zona.....	65
Grafico 3. Disposición de los vecinos para restaurar el río.....	66
Grafico 4. Descripción del río según vecinos.....	66
Grafico 5. Frecuencia de aseo del río según vecinos.....	67
Grafico 6. Responsables de la contaminación según vecinos.....	67

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

1 TEMA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BIOBARDAS DE RESIDUOS PLÁSTICOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA DEL RÍO PALLINA MUNICIPIO DE VIACHA

1.1 INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos o basura son un producto relacionado con la historia de la humanidad, pues su importancia y problemática se fue haciendo creciente en la medida que la “civilización humana” se desarrollaba.

En la antigüedad la basura que se generaba no tenía mucha importancia debido a dos razones; los residuos eran biodegradables o putrescibles, esto quiere decir que se descomponían con relativa facilidad y eran absorbidos por la naturaleza. Por lo tanto, no causaban ningún daño al medio ambiente ni a los seres humanos. (Brigida, 2015).

La producción de basura era muy escasa debido a la baja cantidad de habitantes que existían en los centros poblados. El efecto negativo de la basura se hizo cada vez mayor, debido al aumento de la población mundial y al incremento del consumo por parte de las que vivían especialmente en las ciudades.

Con el crecimiento de las ciudades y el surgimiento de las industrias, la basura se convierte en un gran problema para la humanidad (Brigida, 2015).

El mismo autor indica que existe contaminación en casi todo lo que nos rodea: en las calles, los mercados, las fábricas, en los alimentos, en los ríos, en los campos, etc. El principal tipo de contaminación y que nos afecta a todos y de gran medida es la contaminación hídrica.

Este elemento es indispensable para la vida, sin embargo, hoy en día, la humanidad tiene grandes problemas respecto a la escasez y la contaminación del agua se entiende a esto, como aquel proceso que ensucia el agua convirtiéndola

en un elemento no apto para el consumo humano, para el riego, ni para la supervivencia de los seres vivos que habitan en ella.

Las causas más importantes para la contaminación del agua son: el aumento de la población, el desarrollo industrial, la liberación de sustancias químicas por parte de las empresas mineras y agrícolas y la basura por la población.

Según U.A.S. 2016, el aumento acelerado de la población se considera uno de los grandes responsables de la contaminación de estos recursos, por cuanto la falta de adecuados desagües ha obligado a la población a echar sus desechos como basuras, detergentes y materiales fáciles a los ríos y lagos.

Además, existe una falta de conciencia por parte de los ciudadanos que han visto los ríos y lagos grandes basureros que permiten deshacerse de toda clase de desechos con raíz. Es por esto que se debe tener especial cuidado en el manejo que se da a los residuos sólidos que generamos en nuestro hogar o en nuestro lugar de trabajo.

Desde el momento en que disponemos nuestros residuos, estos empiezan un proceso de descomposición en subproductos que se presentan de manera líquida y gaseosa, recibiendo el nombre de lixiviados los que se descomponen en líquidos y de gases de descomposición los que se descomponen en gases. (Brigida, 2015).

1.2 DIAGNÓSTICO

Viacha es una ciudad intermedia y municipio de Bolivia, además de ser la capital de la provincia Ingavi ubicada en el departamento de La Paz. Es una ciudad Industrial que se dedica a la producción de cerámica y cemento entre otros rubros.

En actividades medio ambientales la ciudad de Viacha no cuenta con proyectos necesarios para prevenir la contaminación hídrica que se ve en el municipio que en ocasiones es de alerta ya que afecta a zonas aledañas cerca de los ríos donde la contaminación es basta.

En la zona de Antofagasta de la ciudad intermedia de Viacha por donde cruza su cauce el río Pallina se puede observar que en esta fuente de agua se encuentra

con una considerable contaminación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, como ser: botellas plásticas, neumáticos y metales en desuso, bolsas plásticas, eses de animales y humanos, animales muertos y otros componentes residuales.

Esto es debido al consumo de plásticos y falta de reciclaje que tienen las personas del lugar, y por la mala gestión por parte de las autoridades competentes con respecto al manejo de la basura y la falta de educación de la gente, causando contaminantes principalmente por botellas plásticas que se encuentran en el cauce y a orillas del río Pallina utilizando el río como un botadero de basura.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La propuesta del proyecto trata de dar a conocer un sistema de biobardas para la descontaminación de ríos. Este sistema ayudaría a descontaminar los residuos plásticos que existen en el río Pallina.

a) JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Las biobardas son estructuras construidas con botellas plásticas recicladas, que se agrupan y luego son colocadas en una especie de malla de cuerda, su método no requiere de grandes equipamientos ni de muchos materiales, se puede realizar de manera sencilla, consta de un lazo, malla y botellas de plástico, extendido de orilla a orilla forma una barrera para todos los desechos sólidos (plásticos) que se encuentran flotando a la deriva en la superficie del agua, y así impedir que llegue la contaminación.

b) JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Las biobardas es un sistema de fácil instalación técnica ya que sus materiales son reciclados dicho sistema ayudaría a las comunidades con problemas de contaminación sólida en sus ríos, previniendo futuros problemas ambientales.

1.4 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA O ASUNTO DE INVESTIGACIÓN

El problema principal del río Pallina del municipio de Viacha es la alta contaminación por desechos sólidos (plásticos), que en su mayoría son a causa de la misma población ya que estos, al generar residuos sólidos plásticos (botellas PET, nylon, platos desechables y neumáticos.), utilizan como depósito de basura el cauce del río.

Por la falta de atención por parte de autoridades y empresas encargadas del sistema de aseo urbano, se toma en cuenta que no se realiza una inspección periódica al río más importante de Viacha, así mismo este no cuenta con contenedores de basura, esto hace evidente la abundante proliferación de desechos sólidos (plásticos).

Otro aspecto que no se toma en cuenta, que los vecinos de la zona Antofagasta desconocen el manejo de residuos sólidos (plásticos), por falta de conocimiento e interés del cuidado del medio ambiente y sus graves consecuencias que estos ocasionan a mediano plazo.

La falta de cultura ambiental también es un factor muy importante que los pobladores del Municipio no toman en cuenta, por otra parte la alcaldía no toma las medidas necesarias para la orientación a los vecinos sobre el cuidado y conservación del medio ambiente.

Esto provoca la proliferación de focos de infección que afectan a los vecinos en su conjunto, poniendo en riesgo la salud, también de todos los que habitan cerca del cauce.

También esto se debe a causa de la falta de capacitación y poco interés sobre el reciclaje y manejo de plásticos, todos los vecinos son afectados con la problemática ya mencionada.

b) FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- Falta de cultura urbana en relación a los recursos hídricos y medio ambiente.
- Falta de normas municipales para la protección de los recursos hídricos y problemas ambientales que existe.
- Deficiencia de las empresas de aseo urbano en el recojo de residuos sólidos.

1.5 OBJETIVOS

a) OBJETIVO GENERAL

- Implementar un sistema biobardas de residuos plásticos para descontaminación física del río Pallina Municipio de Viacha.

b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Exponer a través de un medio de difusión radio, a la comunidad sobre el sistema de biobardas y la importancia de reciclar y reutilizar los residuos sólidos (plásticos).
- Ejecutar el sistema de biobardas en el río Pallina.
- Realizar la limpieza del río Pallina con ayuda de los vecinos de la zona.

1.6 ALCANCE

a) ALCANCE TEMPORAL

El presente Proyecto será realizado en el lapso de tres meses, septiembre, octubre, y noviembre durante el cuarto trimestre del presente año académico de la gestión 2019.

b) ALCANCE ESPACIAL

El proyecto es una propuesta para la localidad de Viacha, donde se encuentra el río Pallina. Su influencia tendría un alcance espacial en las zonas aledañas del río y posteriormente a todo el municipio de Viacha.

1.7 MATERIALES METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA

(Viacha M. d., 2012- 2016). El municipio de Viacha es capital de la provincia de Ingavi del departamento de La Paz, se encuentra localizado a 37km de distancia de la ciudad de La Paz.

Departamento: La Paz

Provincia: Ingavi

Municipio: Viacha

Capital: Ciudad de Viacha

Latitud y longitud: El municipio de Viacha está ubicado entre los paralelos 16° 32' 39" (UTM 0576432) y 16° 54' 44" (8160551) de Latitud Sur y entre los meridianos de 68° 16' 56" y 68° 22' 72" de Longitud Oeste, localizando en el altiplano Norte del departamento de La Paz, con altitudes que varían desde 3.540 hasta los 4.600 msnm.

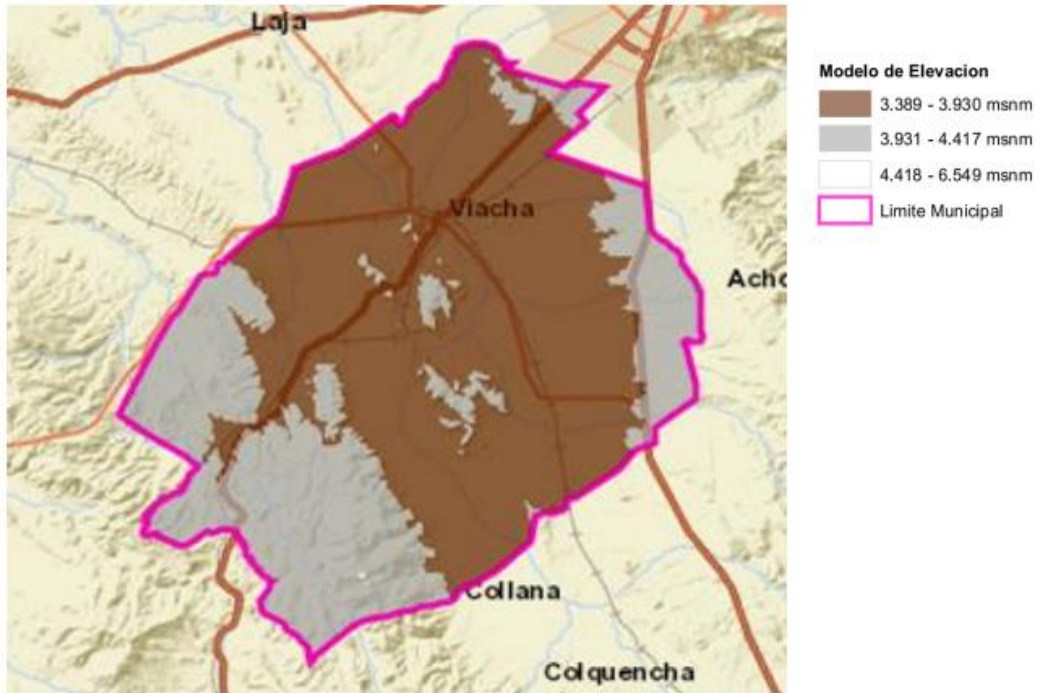
Al Norte: Municipio de Laja
Municipio del Alto

Al Este: Municipio del Alto
Municipio de Achocalla
Municipio de Calamarca
Municipio de Collana

Al Sur: Municipio de Collana
Municipio de Comanche

Al Oeste: Municipio de Comanche
Municipio de S. A. Machaca
Municipio de Laja

Figura 1. Mapa del municipio de Viacha con sus municipios colindantes



Fuente: Plan Territorial de desarrollo integral 2016 – 20120 Viacha.

b) MATERIALES

➤ Materiales de gabinete

- Lápiz.
- Calculadora.
- Bolígrafos.
- Cuaderno de apuntes.
- Computadora.
- Impresora.

➤ Materiales para la construcción de la biobardas

- Botellas de plástico PET con sus tapas, de un mismo tamaño estándar, para darle estabilidad a la barda.
- Malla (polietileno) 6m.
- Lazo trenzado rafia con membrana interna, 5/8", 3/4" y 1".
- Ancla de hierro, dependiendo las características del río, como caudal y sustrato de fondo.

- Pita con terminador de torsión $\frac{1}{4}$ (rollo de 10 libras).

c) MÉTODOS

MÉTODO DESCRIPTIVO

El método descriptivo es uno de los métodos cualitativos que se usan en investigaciones que tiene como objetivo la evaluación de algunas características de una población o situación en particular. En la investigación descriptiva el objetivo es describir el comportamiento o estado de un número de variables. El método descriptivo orienta al investigador en el método científico. (DIARIO, 2018).

Bajo este método se pretende evaluar algunas características de la población en esta situación particular intentaremos describir el comportamiento o estado de una serie de variables.

d) TÉCNICAS

En el presente proyecto se utilizará las siguientes técnicas:

- **Entrevista:** Se entrevistará a cada persona habitante de la zona afectada por la contaminación realizada del río Pallina.
- **Observación:** se observará los daños que lleva la contaminación hídrica en el cauce del río Pallina.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente proyecto se desarrollará bajo el siguiente marco teórico:

2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA CONTAMINACIÓN

Desde sus orígenes el hombre ha explotado a los recursos naturales para asegurar sus supervivencias y crear objetos que le ayuden a prosperar en un medio difícil y hostil. Entre estos recursos, los más importantes eran alimentos y madera, que las primeras épocas, generaban unos restos que se integraban fácilmente al medio sin afectarlo. (Albert, 2004).

El mismo autor señala que la contaminación ambiental siempre ha existido pues, en parte, es inherente a las actividades del ser humano.

Sin embargo, en años recientes se le ha debido prestar cada vez mayor atención, ya que han aumentado la frecuencia y gravedad de los incidentes en todo el mundo y cada día hay más pruebas de sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud, hasta hace relativamente poco se considera que estos no existían, que no había pruebas suficientes de ellos, o bien, que los efectos eran leves o, inclusive signos de progreso.

2.1.1 TIPOS DE CONTAMINANTES

Según el (SENATI, 2012), las sustancias contaminantes son 4: química, biológica, física y psicosocial. Contaminantes pueden ser impurezas naturales y contaminantes generadas por la acción del hombre.

a) CONTAMINANTES QUÍMICOS.

Son sustancias químicas cuyo estado y características fisicoquímicas le permiten entrar en contacto con los individuos, de forma que pueden originar un efecto adverso para su salud. Sus vías principales de penetración son la inhalatoria, la dérmica y la digestiva. (SENATI, 2012).

b) CONTAMINANTES BIOLÓGICOS.

Son principalmente, los microorganismos, que pueden degradar la calidad del aire, agua, suelo y alimentos. Es decir, están constituidos por los agentes vivos que contaminan el medio ambiente y que pueden dar lugar a enfermedades infecciosas o parasitarias como los microbios, insectos, bacterias, virus, entre otros (SENATI, 2012).

c) CONTAMINANTES PSICOSOCIALES.

Son generalmente causados por la carga de trabajo y que desencadenan presiones o tensiones emocionales que culminan en crisis de angustia, de manera determinante llegan a producir daño en la salud, o bien favorecen la acción de otro grupo tipo de agentes patógenos (SENATI, 2012).

2.1.2 TIPOS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

a) CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Es la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza en el ambiente.

Contaminantes primarios

- Proviene de muy diversas fuentes.
- Entre los contaminantes atmosféricos que más frecuentes causan alteraciones en la atmósfera se encuentran:
 - Aerosoles (partículas sedimentables y en suspensión y los humos).
 - Partículas en suspensión. (PM10), diámetro 10 µm.
 - Óxidos de azufre, SO_x. (SO₂ y SO₃)
 - Monóxido de carbono, CO.
 - Óxidos de nitrógeno, NO_x. (NO y NO₂)
 - Hidrocarburos, Hn Cm. (CH₄, C₂H₆) • Ozono, O₃.
 - Anhídrido carbónico, CO₂.

Contaminantes secundarios:

- Contaminación fotoquímica; smog fotoquímico (formación de O₃).
- Acidificación del medio; formación de ácido sulfúrico y nítrico.
- Disminución del espesor de la capa de ozono.

Consecuencias:

- La mayoría de los contaminantes atmosféricos pueden afectar directamente la salud de las personas, ya que ingresan al organismo a través del sistema respiratorio o de la piel.
- En otros casos, el contaminante es transportado desde el aire al suelo o a los cuerpos hídricos, donde posteriormente ingresa en la cadena trófica.

(Gonzalez, 2019).

b) CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Un agua está contaminada cuando se ve alterada su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta los usos a que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural (Naciones Unidas, 1961).

Los factores que pueden contaminar las fuentes de agua son:

- Agentes patógenos. Bacterias, virus,
- Desechos que requieren oxígeno. Los desechos orgánicos.
- Sustancias químicas inorgánicas. Ácidos, metales tóxicos (Mercurio, Plomo).
- Los nutrientes. Nitrógeno y fósforo,
- Sustancias químicas orgánicas. Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes.
- Sedimentos o materia suspendida. Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua.
- Sustancias radiactivas, que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- Calor. Ingresos de agua caliente.

Las consecuencias generadas por la contaminación del agua son:

- Desaparición de vida acuática y destrucción de ecosistemas acuáticos, debido a la extrema toxicidad de los desechos industriales
- Generación enfermedades en la población humana, como hepatitis, cólera y disentería.
- Efectos nocivos en el desarrollo de las especies en base a la debilitación de su sistema inmunológico (defensa natural del cuerpo contra las infecciones), además de enfermedades mortales como cáncer.
- Filtraciones de napas subterráneas desde basurales o desechos tóxicos enterrados, contaminación en agua de dulce de consumo humano.
- Fuerte repercusión por envenenamiento en especies pertenecientes a otros ecosistemas de la biodiversidad, debido al consumo del agua o por la falta total de ella. (Ibarra, 2012).

c) CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Se trata de una degradación química proveniente de la actividad del hombre u otra alteración al ambiente natural del mismo. Que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Agentes contaminantes y su procedencia son muy diversos, dentro de ellos tenemos los metales pesados, las emisiones ácidas atmosféricas, la utilización de agua de riego salina y los fitosanitarios (fertilizantes sintéticos). Los químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados (Ballesta, 2017).

Consecuencias:

- Las consecuencias que puede sufrir el hombre bien pueden ser entonces en base a la ingestión o al contacto dérmico con estas sustancias.
- Un suelo contaminado dificulta el desarrollo de la vida de la fauna, sin existir alimento ni agua limpia,
- La presencia de metales como contaminantes pueden producir a las plantas diferentes alteraciones de bioacumulación. (Ballesta, 2017).

d) CONTAMINACIÓN VISUAL.

Es parte de todo aquello que afecte o perturbe la visualización de sitio alguno o rompan la estética de una zona o paisaje, y que puede incluso llegar a afectar a la salud de los individuos o zona donde se produzca.

Causas:

- Basurales que malogran el paisaje y pueden alejar el turismo.
- Los anuncios y se apela a efectos tales como diseño, color, luz, movimiento, tamaño.

Consecuencias:

- Estrés, Dolor de cabeza.
- Distracciones peligrosas (especialmente cuando se conduce un vehículo).
- Problemas ecológicos (se alejan algunas especies y se rompe el equilibrio ecológico), (SENATI, 2012).

e) CONTAMINACIÓN POR DESECHOS Y ESCOMBROS

La contaminación desechos hace referencia a la producción de olores fuertes y desagradables, resultado de actividades como, destrucción de edificaciones, procesamiento de alimentos, utilización de pinturas, curtiembres, entre otras actividades urbanas.

Consecuencias:

- Estos efectos obstruyen nuestro diario laborar y afecta nuestra calidad de vida.
- Ha generado un deterioro del paisaje y de la calidad de vida, por la falta de cultura en cuanto al manejo de los residuos sólidos y escombros. (SENATI, 2012).

2.1.3 CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS (PLÁSTICOS)

Según (Ortiz, 2019), el uso de plásticos en el país es alarmante una norma en el país busca reducir y remplazar este tipo de envases en establecimientos comerciales pero hace falta un giro de conciencia en los consumidores para que sus hábitos se puedan también dar en un futuro sostenible.

El mismo autor indica estudios realizados en relación a los efectos de los plásticos sobre la vida marina indican, que cada año mueren hasta 2. 000. 000 de aves marinas y más de 100 .000 mamíferos marinos entre ballenas, focas, delfines, leones marinos y tortugas de mar, cuando ingieren bolsas, trozos de trazas, redes de arrastre, sogas, empaques plásticos y otras formas de basura de plásticos arrojados a los océanos desde los barcos o por los ríos y en las áreas terrestres costeras.

Se considera que Estados Unidos el responsable de aproximadamente la tercera parte del total de basura arrojada o vertida a los océanos.

También se arrojan a los océanos sedimentos de aguas negras y productos químicos tóxicos lo cual ha provocado daños en la vida marina como tumores y lesiones en peces y quemadas en cangrejos y langostas capturados en las zonas contaminadas por ese tipo de desechos. (Universidad, 2011).

De los micro plásticos según el autor (Sandoval, 2016), los micro plásticos son pequeñas partículas de plásticos de hasta 5 mm de diámetro que provienen de desechos plásticos por efecto de la desintegración con la radiación del sol.

2.2 MUNICIPIO DE VIACHA

Según (Educa, 2016), Viacha se encuentra situado en la provincia Ingavi, al Sur Oeste de la ciudad de La Paz, con vías troncales de acceso por carretera: La Paz - Viacha, Viacha - Tacna, Viacha - Charaña y con la frontera con el Perú. Su topografía presenta un relieve ondulado, con presencia de serranías, un clima predominantemente frío con temperatura promedio de 8°C, y precipitaciones de 500 mm. Los principales ríos son el Desaguadero, el Chama, el Jachajahuira y el Pallina.

El mismo autor dice que la mayor parte de la población del Municipio está concentrada en la ciudad de Viacha, que cuenta con servicios básicos y que constituye un centro de servicios para el área rural. La población es de origen aymara, siendo los principales idiomas hablados el castellano y el aymara.

En el Municipio se encuentran comunidades originarias, como los Irohito Urus, que hablan el aymara y el pukina. La población se encuentra organizada en sindicatos agrarios, en tanto que los habitantes de los pueblos o cantones y de los centros urbanos, como Viacha, Chama, Jesús de Machaca y San Andrés, se hallan representados por las juntas de vecinos. (Educa, 2016).

2.2.1 PRECIPITACIÓN

De acuerdo a datos del SENAMHI la mayor época de lluvia se presenta en el mes de enero llegando hasta 152 mm de precipitación el 2017, con un periodo lluvioso que dura en promedio cinco meses noviembre a marzo y la menor precipitación se presenta en el mes de junio a agosto. La precipitación anual registrada presenta una distribución entre noviembre y febrero, con una media total de 524.60 mm por año, la estación húmeda se extiende generalmente durante cuatro meses, de diciembre a marzo, con el 70% de la precipitación pluvial. (Viacha G. A., 2016).

2.2.2 HIDROGRAFÍA DE VIACHA CUENCAS

El Municipio de Viacha cuenta con sistemas acuíferos importantes generados por las precipitaciones pluviales (lluvia), dando lugar a la formación de ríos, y lagunas; aguas superficiales que provienen de deshielos y finalmente de las aguas subterráneas que se concentran en las llanuras húmedas formando parte de la Cuenca del Río Katari (Viacha G. A., 2016).

La misma fuente indica, que según estudios realizados por diferentes instituciones como EPSAS y el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, se ha determinado que en el municipio existen importantes mantos de aguas subterráneas que se distribuyen en la llanura húmeda y con afloramientos importantes en las comunidades de Humachua y Challajahuira; esta cuenca es

denomina “Purapurani”, y se encuentra emplazado en el pie de monte del flanco occidental de la Cordillera Real en el sector noreste de la cuenca Katari, ocupando una superficie aproximada de 540 Km², y ubicándose por debajo de las ciudades de El Alto.

2.2.3 REDES HIDROGRÁFICAS DEL MUNICIPIO DE VIACHA

Según el Plan de Manejo de Cuencas del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, el Municipio forma parte de la cuenca del río Katari que es una de las cuencas más habitadas del país, nace en las alturas del nevado Huayna Potosí al Norte de la Ciudad de la Paz y desciende al Altiplano, descargan sus aguas en la bahía de Cohana del lago Titicaca, es parte de la cuenca endorreica del altiplano.

Sin embargo por la presencia de núcleos urbanos (las ciudades de El Alto y Viacha) la calidad de sus aguas se encuentra deteriorada por el vertido de aguas servidas domésticas e industriales, la inadecuada gestión de los recursos sólidos y la actividad agropecuaria intensiva en la parte baja de la cuenca. (Viacha G. A., 2016).

El mismo autor indica que en el Municipio, la cuenca Katari está formada por seis subcuencas: Pallina Alto, Pallina Medio, Seque y Seco, Anana Jahuira y Katari Alto; siendo la de mayor importancia la subcuenca Pallina. Los ríos importantes en las sub cuencas son las siguientes:

- El río Jach`a Jahuira de curso permanente que drena en dirección Sud Oeste a Nor Este y constituye el colector principal de los ríos intermitentes Llajmapampa, Uma Jalsu y Kusillo Jahuira
- El río Pallina al Norte, cerca de la ciudad de Viacha cuyo caudal está en función a las estaciones del año.
- El río Katari es el más importante de la cuenca, y en él confluyen todos los ríos indicados.

- Otros ríos de importancia municipal son: el río Kusillo, el mismo que es temido por la población rural, dado que en época de lluvias se sale de su cauce provocando inundaciones.

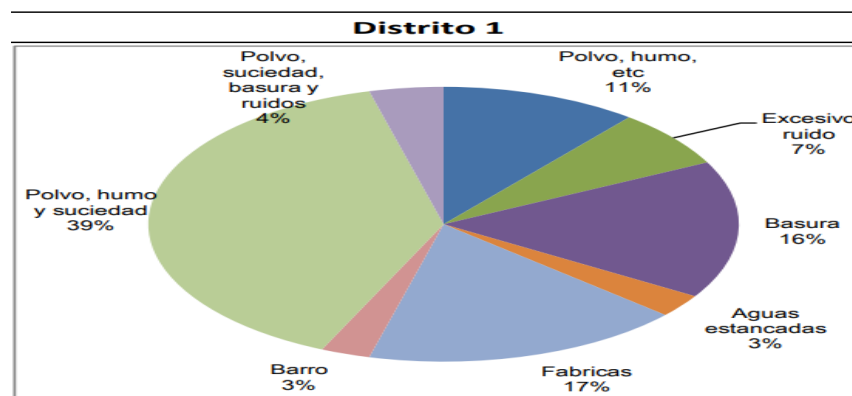
2.2.4 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE VIACHA

a) PERCEPCIÓN CIUDADANA RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Existe una fuerte preocupación del municipio por la creciente contaminación de la ciudad de Viacha, de acuerdo a un estudio de percepción de la ciudadanía efectuada en los cuatro distritos urbanos, se logró identificar las siguientes conclusiones:

- En el Distrito 1 la mayor preocupación de la población es por la fuerte presencia de polvo y humo en suspensión en el aire (39 % y 38% respectivamente), aspecto que en la población genera problemas principalmente de carácter visual: indicándose como fuentes de contaminación a la industria cerámica y las industrias ladrilleras.
- El segundo factor de preocupación es la basura (20%) que por la falta de un adecuado recojo genera preocupación en la población.
- Un tercer factor de preocupación en el Distrito es los malos olores que llega hasta sus viviendas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Puchocollo (El Alto) que es más frecuente por las tardes. (Viacha G. A., 2016).

Grafico 1. Contaminación Ambiental de Viacha



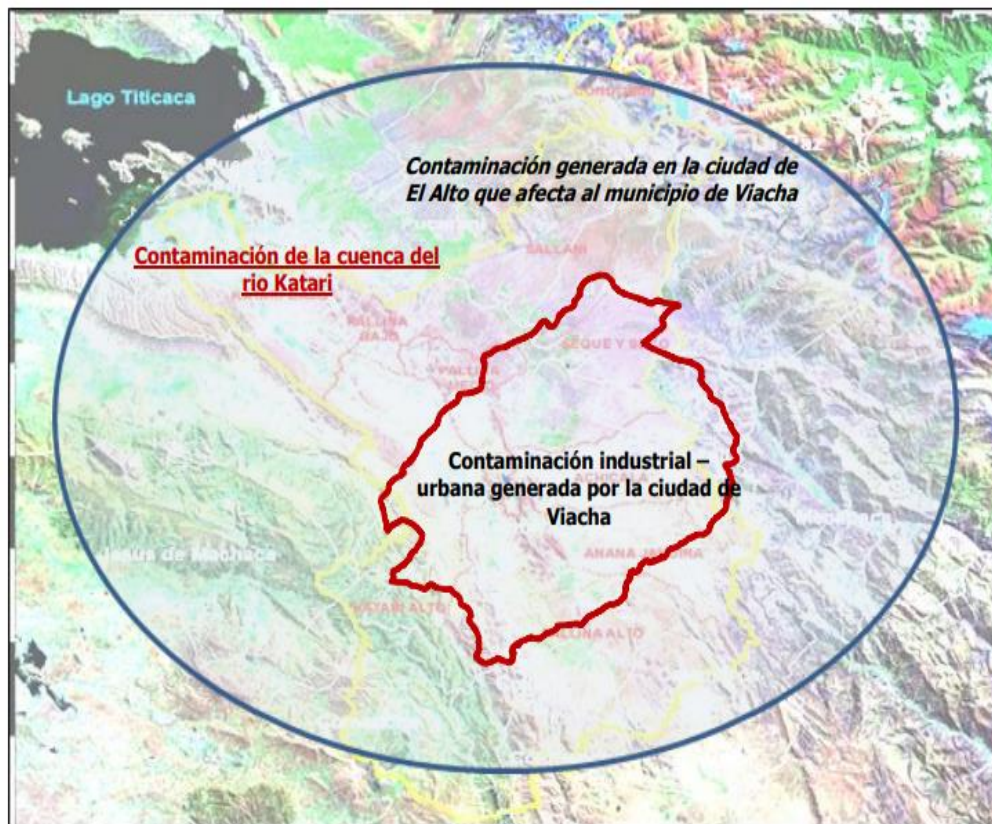
Fuente: (Viacha M. d., 2012- 2016).

b) PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN EL MUNICIPIO DE VIACHA

En la actualidad el municipio es afectado por las siguientes fuentes de contaminación:

- Contaminación de la cuenca Katari
- Contaminación provocada por la ciudad de El Alto
- Contaminación industrial – urbana generada por la ciudad de Viacha.

Figura 2. Delimitación de contaminación respecto de la ciudad colindante



Fuente: (Viacha M. d., 2012- 2016)

c) CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL Y URBANA GENERADA EN LA CIUDAD DE VIACHA

La contaminación ambiental en la ciudad de Viacha es generada por distintos factores:

- Crecimiento poblacional
- Contaminación ambiental generada por la población que circula de paso por las carreteras de Viacha
- Contaminación ambiental generada por los vehículos de transporte público como privado.

Una de las mayores preocupaciones de la población de Viacha es la contaminación generada por la industria de Cerámica Viacha, si bien esta cuenta con Licencia Ambiental y Declaratoria de Adecuación Ambiental (DDA) esta industria realiza inversiones permanentes para mitigar la contaminación ambiental que genera.

El sector cerámico, genera contaminación principalmente en sus etapas de transporte de materia prima generando polvo y residuos plásticos en el camino.

d) CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA KATARI (RÍO PALLINA)

Cuadro 1. Grado de contaminación del río Pallina

Ríos principales	Comunidades por las que pasa	Uso	Grado de contaminación
Río Katari	Coniri, Chañojahuá, Hilata Trinidad, Surusaya	Consumo ganado, riegos artesanales	Poca contaminación en el municipio
Río Pallina	Viacha, Pallina, Surusaya	Ninguna	Alta contaminación por desechos sólidos
Río Kusillo	Jalsuri, Colina Blanca	Consumo ganadero	Poca contaminación
Río Jacha Jahuira	Viliroco, Santa Rosa de Limani	Consumo ganadero	Poca contaminación
Río Sojoraya	Chacoma Grande, Coniri, Hilata	Consumo ganadero	Poca contaminación

Fuente: (Viacha M. d., 2012- 2016).

La cuenca Katari, atraviesa el municipio, por lo que el efecto integral se da en los ríos con un efecto en las comunidades por los ríos en el anterior cuadro.

Para demostrar el grado de contaminación el Viceministerio de Cuencas diagnóstico la carga contaminante vertida al río Pallina y Katari, habiéndose identificado un alto contenido de metales pesados y bajo contenido de oxígenos en diferentes puntos del transcurso del río, los resultados son los siguientes:

Cuadro 2. Puntos de porcentaje de contaminación del río Pallina

Punto	pH	Conductividad		Turbidez NTU	Oxígeno Mg/l	Arsenio mg/l/l	Cadmio Mg/l	Cobre Mg/l	Hierro Mg/l	Manganeso mg/l
		Tº C.	Eléctrica ms/cm							
Río Puchocollo	16.65	16.6	0.061	190	4.70	0.081	<0.004	0.009	2.28	0.23
Río Pallina antes río seco	7.43	17.5	0.790	47.5	000	0.092	<0.004	<0.003	1.01	0.14
Río Pallina puente Pallina	2.8	14	0.967	12	6.60	0.083	<0.004	0.164	6.38	2.17
Río Katari	7.48	12.7	0.72	855.0	6.95	0.074	<0.004	<0.05	1.73	0.47

Fuente: (Viacha M. d., 2012- 2016).

Otra de las corrientes, el río Pallina que confluye con el Seco y Seke es afectado por la calidad de estos cuerpos de agua, así también por el vertido de aguas crudas de Viacha.

El río Katari al confluir con el Pallina eleva su caudal, pero con una corriente muy contaminada que continúa alimentándose con otras pequeñas corrientes en su cuenca hasta desembocar en la bahía Cohana donde deposita los residuos sólidos con aguas contaminadas, de una manera inevitable e irreversible (Nacional, 2018).

La corriente del Pallina arrastra todo un caudal de basura que es echado en sus orillas, donde los indigentes buscan material para reciclar y venderlo, o alimentar a sus cerdos, ovejas, burros y otros animales. Este río va al encuentro de otro: el Katari, cuya corriente viaja hasta la cuenca de Cohana, que es parte del lago Titicaca.

El director de Medio Ambiente de la Prefectura de La Paz, Alfonso Cosme, sostiene que ya se tiene un borrador del impacto ambiental que causan al lago Titicaca los ríos que nacen en los municipios de El Alto y Viacha. (Cosme, 2005).

El mismo autor dijo “El Alto contamina cada día más el lago Titicaca porque sus ríos arrastran una variedad de desechos tóxicos, que no son tratados adecuadamente. En cambio Viacha lo hace con desechos sólidos porque su

sistema de alcantarillado sólo está en el centro, y las zonas marginales desembocan al río Pallina”.

e) CONTAMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

La basura es una de las causas para este tipo de contaminación por que el municipio no cuenta con un área y espacio para el relleno sanitario y bota sus basuras en el cerro de Santa Bárbara, espacio que no reúne los requisitos para constituirse en botadero de basura doméstica, puesto que anualmente se recolecta 2.808 toneladas de desechos.

Cuadro 3. Toneladas producidas de desechos solidos

TONELADAS POR DIA	TONELADASPOR MES	TONELADAS POR AÑO
4.8	234	2808

Fuente. Dirección de Medio Ambiente Municipio de Viacha 2018.

Sin embargo los desechos orgánicos son bastante elevados, tanto así que se presenta como uno de los principales focos de contaminación al Lago Titicaca. La fuente principal para este acontecimiento de preocupación internacional son los desechos sólidos no tratados provenientes tanto del municipio de El Alto como del Municipio de Viacha.

f) RESIDUOS SÓLIDOS

El volumen de residuos sólidos que generan las actividades domésticas en los centros urbanos es importante. Algunos estudios particulares, dan cuenta de un 64% y 33% de basura de origen doméstico en El Alto y Viacha respectivamente. Sin embargo, en general, sólo se cuenta con datos agregados de generación de residuos sólidos a nivel ciudad, es decir datos acerca del volumen de residuos sólidos industriales y domésticos, generados en las 9 capitales de departamento y El Alto. De acuerdo a una estimación propia el volumen de residuos generado por día se habría incrementado en 193% entre 2010 y 2016. (Viacha G. M., 2019).

El impacto ambiental de los residuos sólidos incluye impactos sobre la salud, visuales y de malos olores. Los impactos sobre la salud son los más importantes y están

relacionados al tiempo de exposición y naturaleza de los residuos. El Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos de la Ley de Medio Ambiente establece una clasificación de residuos según su procedencia y naturaleza. Otras clasificaciones más sencillas incluyen sólo dos grandes categorías: orgánicos (residuos de alimentos, heces fecales) e inorgánicos (plásticos, vidrios, metales, áridos) (Viacha G. M., 2019).

Según el mismo autor, los problemas del sistema de recolección, transporte y ubicación de basura en muchas zonas de las ciudades del Alto, particularmente en Viacha, prolongan el tiempo de exposición a esta. Además, aunque la mayoría de los residuos que se genera son orgánicos, existen zonas industriales que generan residuos inorgánicos que introducen un riesgo adicional a la salud, (véase impactos del sector industrial, parte c), que en algunos casos sólo son perceptibles en el largo plazo.

Cuadro 4. Duración de la basura

1 mes	Pedazos de papel	2 - 4 semanas
	Tela de algodón	1 - 5 meses
6 meses	Soga	3 - 14 meses
1 año	Media de lana	1 año
	Pedazos de Bambú	1 - 3 años
10 años	Pedazos de madera	13 años
100 años	Lata de hojalata	100 años
500 años	Plásticos	450 años
	Botellas de cristal	500 años a +
	Latas de aluminio	500 años

Fuente: (Guía de orientación de contaminación de sólidos para municipios).

En las poblaciones rurales, muchas veces se arroja la basura en cualquier parte del campo, en el patio y hasta ríos cercanos al lugar. Cuando la población no tiene dispersas sus viviendas, tienden a arrojarla a determinadas zonas que se convierten en basurales. Los basurales con residuos domésticos (plásticos, vidrios, latas

periódicos y materias orgánicas) son focos de infección y al ser quemados, constituyen un problema ambiental. (Viacha G. M., 2019).

Debe tenerse en cuenta, que los residuos sólidos pueden durar mucho tiempo flotando en los ríos.

- El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro del paisaje natural.
- El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esto se da por arrojar la basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado, producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.
- Otro problema es que se echa la basura al desagüe. Se genera así la obstrucción de las redes de alcantarillado; la disminución de los cauces y, en los periodos de lluvias, inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y de vidas humanas.
- La contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos. El polvo que levanta el viento puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes (Viacha G. M., 2019).

2.3 PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Las consecuencias del estado natural de ambiente, son más evidentes, en los lugares destinados al depósito de los residuos, donde se afecta el paisaje, se profundiza la contaminación de los suelos, aire y aguas, se generan condiciones ideales para la instalación de focos de enfermedades que pueden afectar a la población (Jimenez, 2014).

El mismo autor señala que varios países han comenzado a trabajar para evitar problemas y están instrumentando distintos tipos de medidas. Este nuevo enfoque tiene presente el problema de los residuos en todas las fases del sistema productivo; es decir, considera de suma importancia la racionalización de los

recursos materiales, como la eficiencia y limpieza de la producción; las formas de comercialización, transporte y uso de los productos y el tratamiento, reutilización y disposición final de los residuos.

2.4 DESCONTAMINACIÓN

Según (Paricahua, 2008), es la reducción de la cantidad de microorganismos, con el fin de disminuir el riesgo de infección y la carga bacteriana de los efluentes.

Otro autor también define a la descontaminación como el proceso por el que cualquier superficie material o equipo se limpia con sustancias específicas (desinfectantes) que lo vuelven seguro para el uso deseado (López Hernández Martha, 2011).

2.5 LEGISLACION

Con respecto de la legislación hacia el tema de los residuos sólidos, se tiene conocimiento de antiguas legislaciones promulgadas en Europa. Las sociedades modernas han elaborado leyes respondiendo a necesidades imperiosas de sobrevivencia y preservación del medio ambiente.

Respecto a las normas, estas se aplican a todos los aspectos del manejo de los residuos incluyendo el almacenamiento, recolección, transferencia, recuperación de recursos, y eliminación final. Incluye normas técnicas u operaciones que se aplican a los pasos anteriores, así como la administración, operación y mantenimiento de una instalación de residuos sólidos a las regulaciones para la reducción de residuos y su reciclaje, (Jimenez, 2014).

El mismo autor señala que el manejo de los residuos sólidos es responsabilidad de las alcaldías de acuerdo a la Ley Orgánica de Municipalidades a través de las Direcciones de Medio Ambiente y expresamente de las Empresas Municipales de Aseo (EMAS).

Podemos decir entonces que, las condiciones están dadas para que en Bolivia, haciendo de las leyes promulgadas, se proceda su implementación.

2.5.1 LEY DE MEDIO AMBIENTE No. 1333 – ARTÍCULOS Y REGLAMENTOS

Reglamentación de la ley nº 1333 del medio ambiente reglamento de gestión de residuos sólidos.

Título I disposiciones generales.

Capítulo I del objeto y ámbito de aplicación.

ARTÍCULO 1º La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente No. 1333 del 27 de abril de 1992, respecto a los residuos sólidos, considerados como factor susceptible de degradar el medio ambiente y afectar la salud humana. Tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos.

ARTÍCULO 2º El cumplimiento del presente Reglamento es de carácter obligatorio para toda persona natural o colectiva, pública o privada, que como producto de sus actividades genere residuos sólidos. Constitución Política del Estado (C.P.E., 1992).

CAPÍTULO III DE LOS GOBIERNOS MUNICIPALES

ARTÍCULO 11º Los Gobiernos Municipales, para el ejercicio de las atribuciones y competencias que les reconoce la ley en la presente materia, deberán, dentro del ámbito de su jurisdicción territorial:

- a) Realizar acciones de prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco de los lineamientos, políticas y normas nacionales.*
- b) Identificar las fuentes de contaminación, tales como las descargas residuales, los rellenos sanitarios activos e inactivos, escorias metalúrgicas, colas y desmontes mineros, escurrimientos de áreas agrícolas, áreas geográficas de intensa erosión de suelos y/o de inundación masiva, informando al respecto al prefecto.*

- c) *Proponer al prefecto la clasificación de los cuerpos de agua en función a su aptitud de uso.*
- d) *Controlar las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a los cuerpos receptores.*
- e) *Dar aviso al prefecto y coordinar con defensa civil en casos que ameriten una emergencia hídrica, a nivel local por deterioro de la calidad hídrica.*

TÍTULO IV DEL MONITOREO, EVALUACIÓN, PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA

CAPÍTULO I DEL MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA

ARTÍCULO 30º El MDSMA y el Prefecto, con el personal de los laboratorios autorizados, efectuarán semestralmente el monitoreo de los cuerpos receptores y de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas, tomando muestras compuestas de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, en relación al caudal y durante las horas de máxima producción. Los resultados de los análisis serán presentados al REPRESENTANTE LEGAL. En caso de que uno o más parámetros excedan los límites establecidos en el presente reglamento, se procederá a la toma de una segunda muestra en similares condiciones y con la intervención del REPRESENTANTE LEGAL o delegado de éste, según los resultados del análisis se tomará una de las siguientes decisiones:

- a) *si los resultados dan valores que no exceden los límites establecidos, se dará por terminada la investigación.*
- b) *en caso de que los resultados reiteren lo encontrado en el primer análisis, el Prefecto con jurisdicción sobre la cuenca correspondiente fijará día y hora para inspeccionar la planta de tratamiento a fin de definir la posible causa de tales resultados; la inspección se realizará de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Reglamento de Prevención y Control.*

CAPÍTULO II DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA

ARTÍCULO 34º A los fines del Art. 33 de la LEY, la descarga de aguas residuales a la intemperie o a cuerpos de agua estará sujeta a autorización temporal o excepcional del Prefecto previo el estudio correspondiente, y será controlada minuciosamente en si es que:

- a) Contienen gases tóxicos y olores fuertes de procedencia ajena a las aguas residuales o sustancias capaces de producirlos.*
- b) Contienen sustancias inflamables (gasolina, aceites, etc).*
- c) Contienen residuos sólidos o fangos provenientes de plantas de tratamiento y otros.*
- d) Contienen sustancias que por su composición interfieran los procesos y operación propios de las plantas de tratamiento.*
- e) Contienen plaguicidas, fertilizantes o sustancias radioactivas.*

ARTÍCULO 42º En caso de contaminación de cuerpos receptores o infiltración en el subsuelo por lixiviados provenientes del manejo de residuos sólidos o confinamiento de sustancias peligrosas, provenientes de la actividad, obra o proyecto, la Instancia Ambiental Dependiente de la Prefectura determinará que el REPRESENTANTE LEGAL implemente las medidas correctivas o de mitigación que resulten de la aplicación de los reglamentos ambientales correspondientes.

ARTÍCULO 47º Todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a ríos arroyos, procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o de cualquier otra actividad que contamine el agua, deberán ser tratadas previamente a su descarga, si corresponde, para controlar la posibilidad de contaminación de los acuíferos por infiltración, teniendo en cuenta la posibilidad de que esos ríos y arroyos sirvan para usos recreacionales eventuales y otros que se pudieran dar a estas aguas. Para el efecto se deberá cumplir con lo siguiente:

- a) En caso de arroyos, dichas aguas residuales crudas o tratadas deberán satisfacer los límites permisibles establecidos en el presente reglamento para el cuerpo receptor respectivo.*

- b) Toda descarga de aguas residuales a ríos, cuyas características no satisfagan los límites de calidad definidos para su clase, deberá ser tratada.*
- c) Cuando varias industrias situadas a menos de 100 metros de distancia una de la otra descarguen sus aguas residuales a un mismo tramo de río, la capacidad de dilución será distribuida proporcionalmente al caudal de descarga individual, considerando el caudal mínimo del río.*

2.6 ATRIBUCIONES QUE SE DEBERÍAN TRATAR Y EJECUTAR MEDIANTE LAS AUTORIDADES DEL NIVEL CENTRAL

En nuestro país se tiene la base constitucional en el Artículo 299, parágrafo II. Las siguientes competencias se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas: numeral 9) Proyectos de agua potable y tratamiento de residuos sólidos, y el Artículo 302 parágrafo I. son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción: numeral 27) Aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos en el marco de la política de la Constitución Política del Estado. (C.P.E., 1992).

Con la base constitucional la Ley marco de autonomías y descentralización en el Artículo 88. (BIODIVERSIDAD Y MEDIO AMBIENTE), en el parágrafo IV. Señala: De acuerdo a las competencias concurrentes 8 y 9 del Artículo 299 Parágrafo II de la Constitución Política del Estado se distribuyen las competencias concurrentes de la siguiente manera:

a) Nivel central del estado:

Formular el régimen y las políticas del tratamiento de residuos sólidos, industriales y tóxicos.

b) Gobiernos departamentales autónomos:

Reglamentar y ejecutar, en su jurisdicción, el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos aprobadas por el nivel central del Estado.

c) Gobiernos municipales autónomos:

Reglamentar y ejecutar el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos, en su jurisdicción.

Por la legislación ya mencionada es menester que todas las autoridades tanto de nivel central, departamental y municipal tienen la responsabilidad de desarrollar sobre el tema de la gestión de residuos sólidos. Constitución Política del Estado (C.P.E., 1992).

Bolivia como una sociedad en pleno proceso de transformaciones es menester impulsar un observatorio para la gestión de residuos sólidos en Bolivia, elaboración de la ley de residuos sólidos en Bolivia, estrategia de mancomunidad de municipios para la región de residuos sólidos, estrategia de generar currículo transversal en la educación boliviana (Jimenez, 2014).

2.7 ORGANIZACIÓN Y COMPETENCIA MUNICIPAL

Fundamento legal. En términos específicos el ámbito municipal referente al tratamiento de residuos sólidos la constitución política del estado en su artículo 912 establece como competencia exclusiva de los gobiernos municipales Autónomos en su ejecución: “Aseo Urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos, en el marco de la política de estado.”

De la misma forma la ley de municipalidades ley 2028 del 28 de octubre de 1999 en su artículo 8 párrafo V numeral 3 establece como competencia del gobierno municipal en materias: “regular, fiscalizar y administrar directamente cuando corresponda, los servicios de aseo, manejo y tratamiento de sólidos”. En concordancia con los artículos 70, 71 y 72 y siguientes del reglamento de residuos sólidos (Decreto supremo No 24176) de la ley del medio ambiente No 1333 del 27 de abril de 1999. Son aplicables las normas bolivianas relacionadas al sector de residuos sólidos: 742-760 y 69001-69007. Constitución Política del Estado (C.P.E., 1992).

El ámbito de aplicación nacional, el programa plurinacional de gestión de residuos sólidos define las siguientes políticas:

- Institucionalización de la gestión integral de residuos sólidos.
- Prevención de la generación aprovechamiento de los residuos sólidos.
- Disposición final de los residuos sólidos y adecuación, saneamiento y cierre de botaderos.
- Universalización de los servicios de aseo.
- Educación socio ambiental comunitaria, capacitación y desarrollo tecnológico.

2.8 BIOBARDAS UNA ALTERNATIVA PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (M. A. y R. N., 2018), las Biobardas consiste en una alternativa de barrera (trampa) elaborada para detener los residuos y desechos de mayor tamaño, arrastrados desde la cuenca alta de los ríos a las partes medias y bajas.

La misma fuente dice que las Biobardas son, entre otras, una respuesta a la alta contaminación de los ríos, la que en buena parte se origina por el aumento de la población, el uso inadecuado del suelo, abuso de plaguicidas, concentración industrial, lanzamiento de desechos y basura y el bajo nivel de educación y conciencia ambientales; todos factores que han contribuido durante años a la contaminación de los afluentes en nuestro país, pero también en otros muchos que tampoco escapan a este fenómeno ambiental.

En base a los resultados de las biobardas de Guatemala, (Barahona, 2018), dice que las biobardas son estructuras construidas con botellas plásticas recicladas, que se agrupan y luego son colocadas en una malla de manera que puedan flotar y sirvan como barrera, donde queda atrapada la basura que se encuentra en el cauce del río.

Dichas biobardas tienen una vida útil de aproximadamente 2 años y deben ser remplazadas en esta lapso de tiempo donde se incluye el retirado de los desechos sólidos (plásticos acumulados) periódicamente antes del remplazo de las mismas.

Fotografía 1. Sistema de Biobardas en el puente Pallina



Fuente: Elaboración propia.

2.8.1 PASOS PREVIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BIOBARDAS

El mismo autor indica que se debe tener todos los materiales a la mano los cuales son los siguientes:

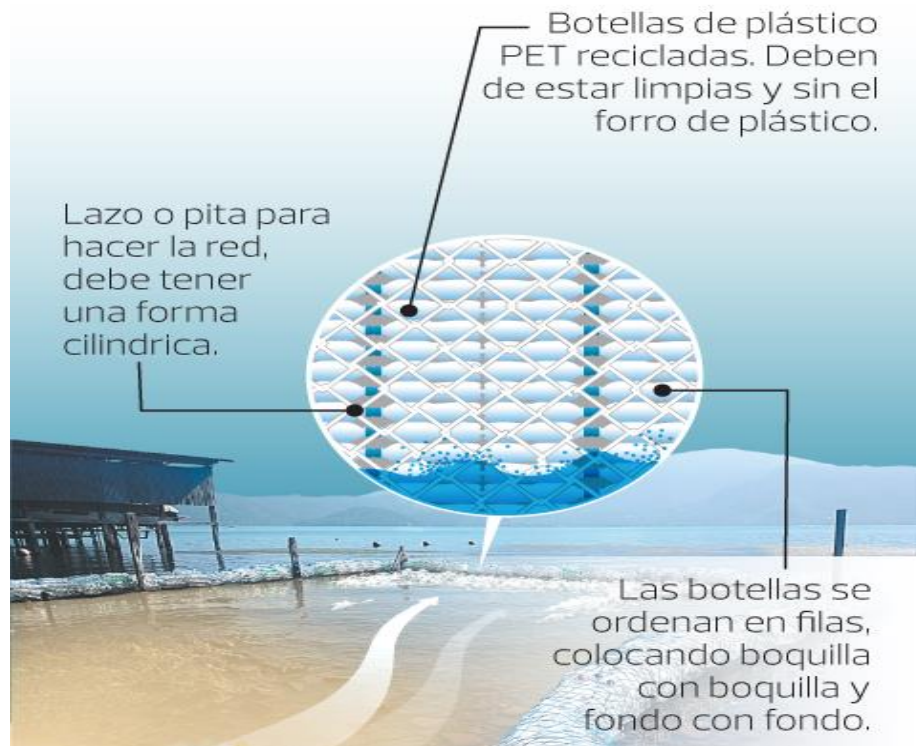
- Suficientes botellas de plástico PET con sus tapas, de las de gaseosa tamaño estándar, procurando que sean todas del mismo tamaño para darle estabilidad a la barda.
- Malla de polietileno 30/45-40 mm/mt dependiendo del ancho del río
- Lazo trenzado rafia con membrana interna, 5/8", 3/4" y 1".
- Ancla de hierro, dependiendo las características del río, como caudal y sustrato de fondo.
- Pita con terminador de torsión 1/4 (rollo de 10 libras). Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (M. A. y R. N., 2018).

2.8.2 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BIOBARDA

La estructura de la Biobarda es bastante simple. Consiste en colocar filas de botellas colocadas en forma circular, debiendo dejar en el centro, de manera alterna, una botella llena de agua o arena, perfectamente cerrada, para estabilizar la barda. Estas filas de botellas se colocan en el centro de la malla, la cual se va cerrando con el lazo, con un amarre.

Las filas de botellas se organizan, colocándolas boquilla con boquilla; siguiente fila, fondo con fondo. La barda tendrá el largo que requiera (según el ancho del río) para poder amarrarse de ambos lados de sus riberas. Se debe tomar en cuenta las actividades que se realizan en el río, pues si por estas aguas transita algún medio de transporte, debe dejarse un tramo de lazo sin botellas para permitir la navegación de estos, y poner biobardas alternas, para no afectar la retención de residuos sólidos. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (M. A. y R. N., 2018).

Figura 3. Sistema de Biobardas en el puente Pallina



Fuente: (Martínez, 2019).

Figura 4. Formato para construcción de biobardas



Fuente: (Martínez, 2019).

2.9 CAUDAL

Según (Cierra, 2015), el caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (río, canal, tubería, cañería, etc.,) por una unidad de tiempo. Se identifica como el volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

El caudal también denominado gasto, flujo de volumen flujo volumétrico o tasa de volumen, a partir de la definición de caudal, se obtiene una expresión para el cálculo del mismo, conociendo el área de la sección transversal por la que circula el fluido y la velocidad del fluido. (Plus, 2017).

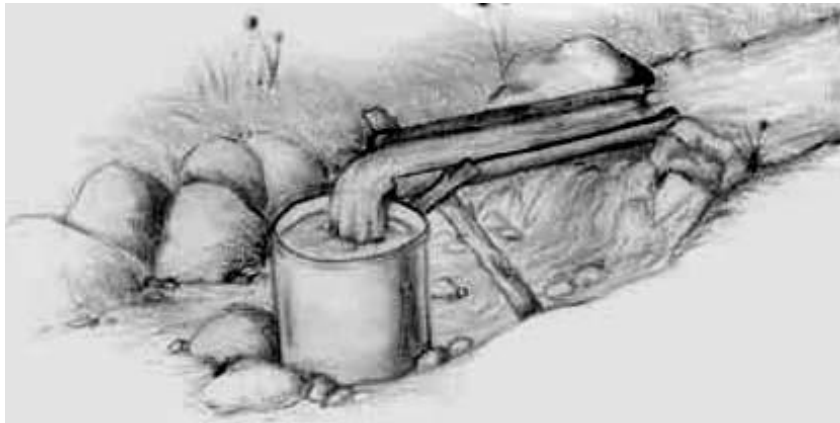
2.9.1 MEDICIÓN DE CAUDAL

El autor (Valencia, 2014), dice que la medición del caudal, a lo que también llamamos aforo, se puede desarrollar de diferentes formas y su elección depende del objetivo del monitoreo, la facilidad de acceso o tiempo con que se cuente y, por supuesto, de las características de la fuente superficial que se pretenda medir, sus formas y movimientos. Las características del sitio y las condiciones ambientales al momento de su realización, también son fundamentales para

definir cómo se hará la medición del caudal en ese momento específico. Dentro de los diferentes métodos o tipos de aforo para este proyecto por el río y su nivel de contaminación química tomaremos solo 2 y son los siguientes:

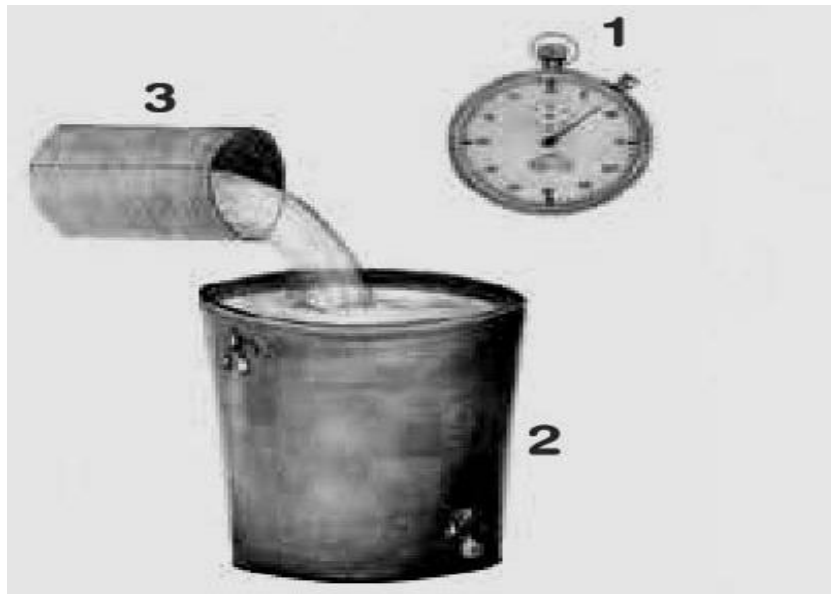
- **Método volumétrico.-** Este método se aplica cuando la corriente presenta una caída de agua, en la cual se pueda poner un recipiente con volumen conocido. Por el caudal que presenta el río estudiado y el alto nivel de contaminación química no se podrá obtener un dato exacto. Así que solo se lo tomará como referencia. (Valencia, 2014).

Figura 5. Medición del caudal por el método volumétrico



Fuente: (Valencia, 2014).

Figura 6. Materiales que se necesita para aforar por el método volumétrico



Fuente: (Valencia, 2014).

Fórmula 1. Método volumétrico

Q = Caudal en litros por segundo, l/s

V = Volumen en litros, l

T = Tiempo en segundos,

El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen de agua capturado (en litros)}}{\text{Tiempo de llenado del balde (en segundos)}} = \frac{\text{L}}{\text{S}}$$

Fuente: (Valencia, 2014).

Figura 7. Forma de llevar a cabo el aforo por el método volumétrico



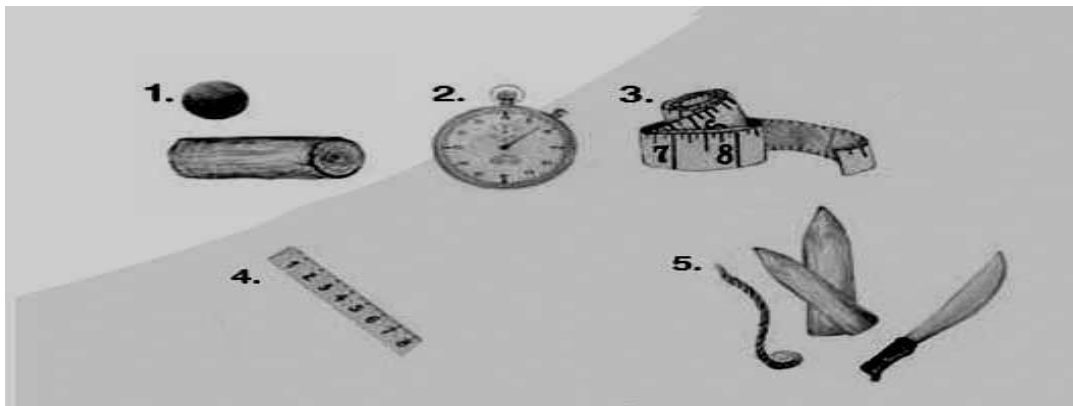
Fuente: (Valencia, 2014).

- **Método flotador.-** En este método, se mide la velocidad del agua en una sección de la quebrada o río.

El método de flotadores es sencillo, pero inexacto. Los materiales que necesitamos:

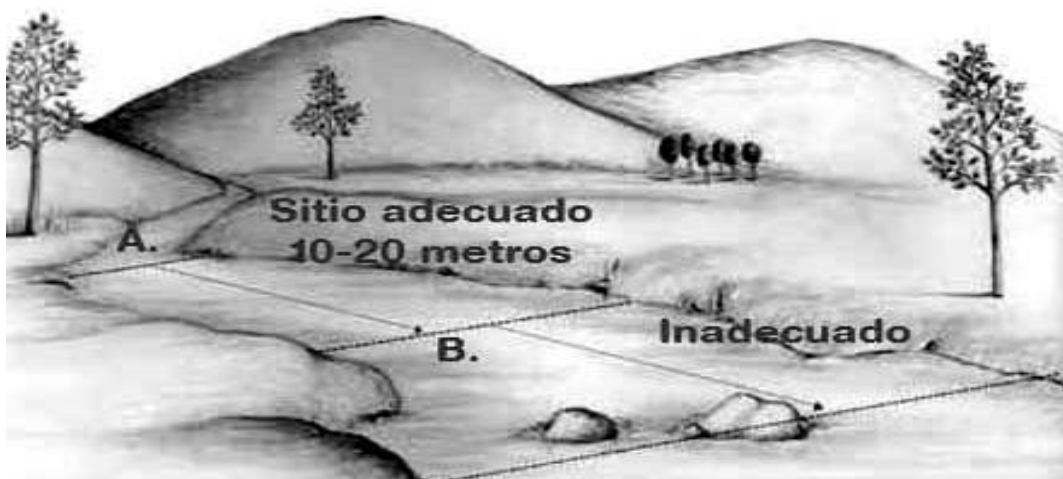
1. Un objeto flotante, que sea arrastrado por la corriente del agua y no por el viento, puede ser una bola de ping-pong, una botella plástica pequeña, una rama, un trozo de madera que flote libremente en el agua. Se recomienda que este objeto vaya sumergido la mitad por debajo de la lámina de agua (50%).
2. Un reloj o cronómetro.
3. Una cinta métrica.
4. Una regla o tabla de madera graduada.
5. Una cuerda, estacas y un machete, este último por si es necesario retirar maleza o vegetación que impida el libre movimiento del objeto flotante.

Figura 8. Materiales para aforar por el método del flotador



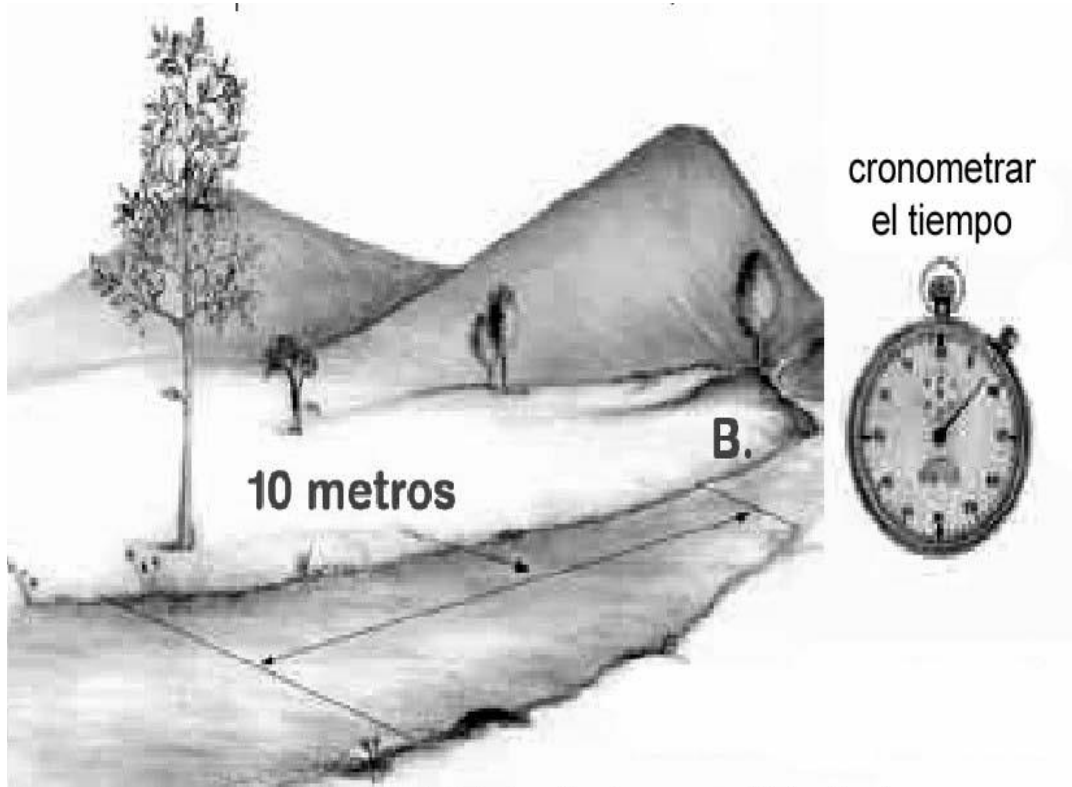
Fuente: (Valencia, 2014).

Figura 9. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río por el método del flotador



Fuente: (Valencia, 2014).

Figura 10. Medición del caudal por el método del flotador



Fuente: (Valencia, 2014)

Para su medición en campo, una persona se ubica en el punto A con el flotador y la otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se medirá el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B. Se recomienda realizar un mínimo de cinco mediciones y calcular el promedio. La velocidad de la corriente de agua del río o quebrada se calcula con base en la siguiente ecuación.

Fórmula 2. Determinar la velocidad de la corriente del río

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{\text{Distancia (en metros, m)}}{\text{Tiempo (en segundos, s)}} = \frac{m}{s}$$

Fuente: (Valencia, 2014).

Figura 11. Forma para medir el perfil de la sección para un mejor aforo



Fuente: (Valencia, 2014).

$$\text{Area} = \text{Area faja 1} + \text{Area 2} + \text{Area faja 3}$$

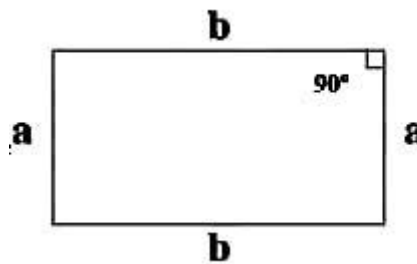
Para calcular el área de las fajas, utiliza la fórmula para cada figura. Las figuras geométricas que se forman en la sección pueden ser:

Triángulo rectángulo: Es aquel que tiene un ángulo recto y el área es igual al producto de sus catetos divididos en dos, "Base por Altura" siendo estos los catetos. La ecuación utilizada para hallar el área es:

Fórmula 3. Rectángulo: Es igual a base por altura.

$$\text{Área} = \text{Base} * \text{Altura} \text{ m}^2$$

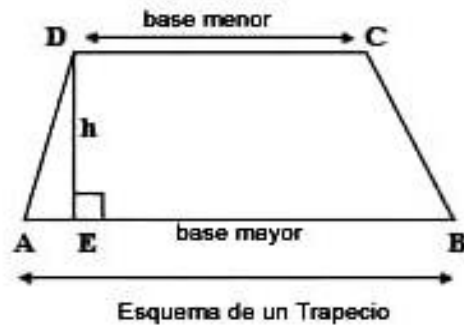
$$A = b * a$$



Fuente: (Valencia, 2014).

Fórmula 4. Trapecio

AE = Distancia punto A a E
 EB = Distancia punto E a B
 DC = Distancia punto D a C
 H = Altura



$$A = \frac{(\text{Base mayor} + \text{Base menor})}{2} * \text{Altura} = m^2$$

$$A = \frac{AE + EB + DC}{2} * h$$

Fuente: (Valencia, 2014).

Fórmula 5. Triangulo, figura geométrica para medir una sección del área

$$A = \frac{\text{Base} * \text{Altura}}{2}$$

$$A = \frac{b * c}{2}$$

A. area en m³

B y c. cateto en m.

Fuente: (Valencia, 2014).

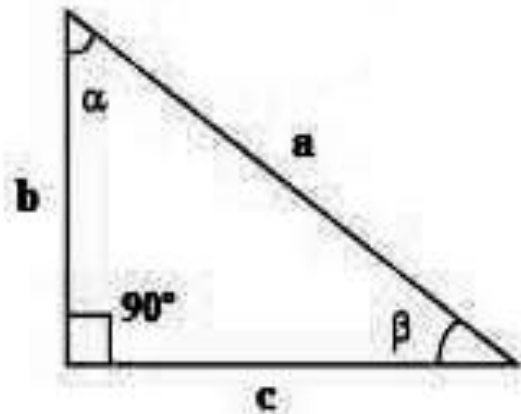
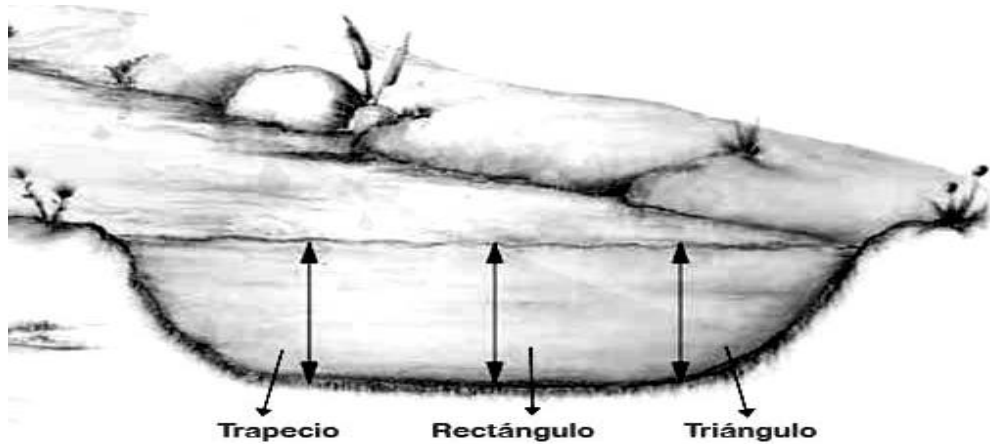


Figura 12. Forma de medir la altura de las secciones



Fuente: (Valencia, 2014)

NOTA: Se recomienda realizar la división de la sección en fajas iguales, si la sección es menor a dos metros debemos dividirla en cuatro o más fajas iguales y si es mayor, realizamos la faja cada metro, entre más fajas realicemos es más preciso este método.

Finalmente, para conocer el caudal, se multiplica el área de la sección y la velocidad promedio:

Fórmula 6. Cálculo para el caudal por el método del flotador

$$\text{Caudal } (Q) = \text{Área de la sección } (A) * \text{Velocidad } (V)$$
$$\left[\frac{m^3}{s} \right] \text{ o } \left[\frac{L}{s} \right] \text{ "Un metro cúbico contiene 1000 litros"}$$

Fuente: (Valencia, 2014).

Las unidades de este cálculo serán en m³/s (metros cúbicos por segundo) y se pasa a L/s (litros por segundo) multiplicando el resultado por 1000.

Algunas variables que afectan el caudal de las fuentes de agua:

- **El clima:** En temporada de lluvias, el caudal incrementa, y en temporada de sequía tiende a disminuir.

- **La permeabilidad del suelo:** Si el suelo es permeable, absorbe y retiene una gran cantidad de agua, que luego aflorará a través de los manantiales a muchos kilómetros de distancia. En suelos impermeables el agua escurre de manera superficial.
- **La vegetación:** Evita el desplazamiento rápido de las aguas por las laderas, siendo excelente para disminuir las crecidas violentas y torrenciales de los ríos y quebradas.
- **El hombre:** Altera el comportamiento natural de los ríos y quebradas a través de la construcción de represas y embalses, de la extracción de material de aluvión, del depósito y acumulación de residuos sólidos, entre otros. (Valencia, 2014).

2.9.2 CAUDAL DEL RÍO PALLINA

En el documento de Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMA y A, 2014), dice que el caudal del río Pallina tiene un caudal de 68 lt/s. por el tamaño del río este cauce puede parecer no significativo, pero no lo es ya que en el recorrido se adhieren otros ríos y el mismo se adhiere a otro río. Se une al Pallina el río Ingavi y a su vez este río se une al río Seco en la ciudad de El Alto colindante con el municipio de Viacha.

Teniendo en cuenta que el Municipio de Viacha produce diariamente aproximadamente 48 Tn. de basura, y poco más del 90% (43.2 Tn.) de esta son desechos sólidos entre plásticos y otros, de este porcentaje el 10.36% (21,6 Tn.) por una mala gestión y falta de educación terminan en los alrededores del municipio más propiamente dicho en el río Pallina dando un mal aspecto a los alrededores (Rojas, 2019).

Según (Guatevisión, 2019), la biobarda implantada en Guatemala recauda alrededor de 1 Tn. de desechos sólidos (plásticos), al mes con un caudal de 8700 l/s. esto nos da un parámetro de cuantas toneladas recaudaría el río Pallina, descontaminando de desechos sólidos al este.

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE INNOVACIÓN

3.1 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BIOBARDAS DE RESIDUOS PLÁSTICOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN FÍSICA DEL RÍO PALLINA MUNICIPIO DE VIACHA

3.2 LOCALIZACIÓN

Macro localización

- ✓ **Departamento:** La Paz
- ✓ **Provincia:** Ingavi
- ✓ **Municipio:** Viacha

Micro localización

La propuesta del proyecto se lo pretende realizar en el Municipio de Viacha en puente Pallina. Donde está ubicado este río.

X: 16°39'1`` S Y: 68°18'31`` W

Figura 13. Puente Pallina



Fuente: Google Earth (2019).

3.3 PROPÓSITO DE LA PROPUESTA

Se quiere realizar el sistema de biobardas en el río Pallina del municipio de Viacha para dar a conocer el sistema como una alternativa para la descontaminación física del río ya que por los residuos sólidos en las orillas ocasionan un foco de infección por la reproducción de plagas al darles condiciones para su desarrollo además de que el estado del río da un mal aspecto a toda la zona.

Esto se la realizará haciendo una socialización del sistema en una emisora para esto se recurrirá a la radio letanías 102.3 F.M.

Seguido a esto se ejecutará el sistema en el río para ver el funcionamiento de la biobarda. También se realizará una campaña de limpieza en las orillas del río para esto se requiere algunos materiales y herramientas que se detallaran a continuación.

Para lo cual se seguirán los siguientes pasos:

3.3.1 PRIMERA ETAPA: RECONOCIMIENTO DEL ÁREA A IMPLEMENTAR

Se realizará el reconocimiento del área de estudio en inmediaciones del río Pallina, observando y analizando todo el lugar teniendo en cuenta la búsqueda del sitio en el cual se instale el sistema de biobardas para su mejor y óptimo funcionamiento.

3.3.2 SEGUNDA ETAPA: MEDICIÓN DE CAUDALES

El caudal se medirá con el objetivo de determinar la velocidad del de la corriente, para poder estipular el tipo de material (malla y cuerda) que se debe usar en el sistema así se establecerá la fuerza de impacto a la que estará sometida la biobarda. Para esto se necesitara los siguientes materiales

1. Un objeto flotante, que sea arrastrado por la corriente del agua y no por el viento, puede ser una bola de ping-pong, una botella plástica pequeña, una rama, un trozo de madera que flote libremente en el agua. Se recomienda que este objeto vaya sumergido la mitad por debajo de la lámina de agua (50%).

2. Un reloj o cronómetro.
3. Una cinta métrica.
4. Una regla o tabla de madera graduada.
5. Una cuerda, estacas y un machete, este último por si es necesario retirar maleza o vegetación que impida el libre movimiento del objeto flotante.

Paso 1.- Es en esta etapa que debe tomarse en cuenta la elección del tramo, para la medición del caudal debe elegirse un lugar uniforme libre de obstáculos como ser piedras troncos etc. donde el agua fluya libremente sin turbulencias y que sea recto se mide el largo que deben ser 10 m o 20 m. dependiendo del lugar seleccionado al inicio del tramo se la llamara punto A y al final el punto B.

Paso 2.- La medición de la velocidad de la corriente en campo, una persona se ubica en el punto A con el flotador y la otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se medirá el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B. Se recomienda realizar un mínimo de diez mediciones y calcular el promedio. La velocidad de la corriente de agua del río o quebrada se calcula. Es la relación entre la distancia que recorre el agua en un tiempo determinado. Por ejemplo, si el agua recorre un metro cada 10 segundos, entonces la velocidad que lleva es de 1 metro/segundo (m/s) la cual se calcula con la siguiente ecuación:

Fórmula 7. Calculo de la velocidad

$$Velocidad (V) = \frac{Distancia \text{ (en metros, m)}}{Tiempo \text{ (en segundos, s)}} = \frac{m}{s}$$

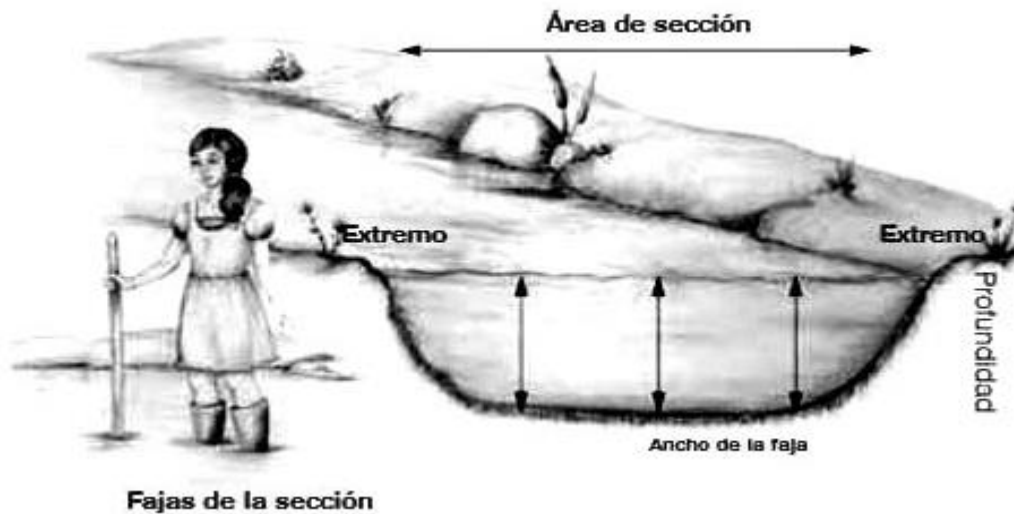
Fuente: (Valencia, 2014)

Paso 3.- Medición del área de la sección ara determinar el área de una sección se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Ubica los extremos de la sección en ambas orillas.
- Amarra una cuerda de dos estacas ubicadas en los extremos de la sección.
- Mide el ancho superficial.

- Divide en varias partes iguales (fajas) la sección (mínimo tres partes).
- Mide la profundidad del agua para cada faja. (Figura 15.)
- Registra los datos en el formato de campo.
- Calcula el área para cada faja.
- Suma el área de todas las fajas.

Figura 14.



Fuente: (Valencia, 2014)

Para calcular el área de las fajas, utiliza la fórmula para cada figura. Las figuras geométricas que se forman en la sección pueden ser:

Triángulo:

$$A = \frac{\text{Base} * \text{Altura}}{2}$$

$$A = \frac{b * c}{2}$$

Fuente: (Valencia, 2014)

Trapecio:

$$A = \frac{(\text{Base mayor} + \text{Base menor})}{2} * \text{Altura} = m^2$$

$$A = \frac{AE + EB + DC}{2} * h$$

Fuente: (Valencia, 2014)

Rectángulo:

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \text{Base} \times \text{Altura } m^2 \\ A &= b \times a \end{aligned}$$

Fuente: (Valencia, 2014)

Para finalizar tenemos de acuerdo a las secciones que se dividió el sumado de las áreas de las mismas como se ve:

$$\begin{aligned} &\text{Área del trapecio} + \text{Área del rectángulo} + \text{Área del rectángulo} \\ &+ \text{Área del triángulo} = \text{Área total } m. \end{aligned}$$

Finalmente, para conocer el caudal, se multiplica el área de la sección y la velocidad promedio con la siguiente formula:

$$\text{Caudal } (Q) = \text{Área de la sección } (A) * \text{Velocidad } (V)$$

$$\left[\frac{m^3}{s} \right] \text{ o } \left[\frac{L}{s} \right] \quad \text{“Un metro cúbico contiene 1000 litros”}$$

Fuente: (Valencia, 2014)

Las unidades de este cálculo serán en m /s (metros cúbicos por segundo) y se pasa a L/s (litros por segundo) multiplicando el resultado por 1000.

3.3.3 TERCERA ETAPA: ENCUESTA A LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO DE VIACHA

La encuesta se la realizará el en fecha 18 de agosto del 2019, esto para determinar el grado de contaminación del río Pallina según los vecinos, y la necesidad de contar con un sistema que pueda contrarrestar la contaminación de dicho río se realizará la encuesta a unas 20 personas para hacer un muestreo y nos dé un parámetro de lo que piensan los vecinos de la zona Antofagasta con respecto al estado actual del río.

Para esto necesitaremos las siguientes materiales:

- Papel
- tablero

Así mismo en fecha 6 de octubre se tendrá una reunión con vecinos del lugar para proponer el limpiado de un tramo del río Pallina inicialmente de 1 kilómetro dependiendo de la disponibilidad de los vecinos donde se quedará el día y la hora para ello se requerirá algunos materiales herramientas y refrigerios los cuales saldrán de la cuota de los vecinos para el limpiado del río.

3.3.4 CUARTA ETAPA: ARMADO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BIOBARDA

La construcción de la biobarda se la realizará bajo los siguientes pasos:

1. Acopio de las botellas con similares características para que queden uniforme y no provoque inestabilidad dependiendo de lo extenso del ancho del río se requerirá una cantidad determinada de botellas.
2. Una vez seleccionadas las botellas se las agrupan en círculo teniendo 6 botellas alrededor con la séptima en el centro esta botella de en medio debe llevar agua tierra o arena en su interior para ejercer presión y brinde estabilidad a la biobarda.
3. Se procede a sujetar unas con otras haciendo una especie de trenzado a las 7 botellas usando un alambre de amarre quedando una pieza de 7 botellas unidas, este procedimiento se repite hasta alcanzar la medida requerida para la obstrucción de desechos sólidos (plásticos) del río.
4. La unión de las piezas se las realiza con el siguiente patrón base con base y boquilla con boquilla para evitar la deformación al instalar el sistema. Estas piezas también deben unirse con un trenzado en las uniones requeridas.
5. Como último paso se atraviesa con una cuerda por medio de los orificios que deja dicha unión con la cuerda para después revestir el sistema con una malla para garantizar su estabilidad y funcionamiento.

3.3.5 QUINTA ETAPA: DETERMINAR EL ALCANCE Y LIMITACIONES DEL SISTEMA

Se determinará por medio de una prueba de instalación en el lugar establecido para observar la cantidad de desechos sólidos (plásticos) que recoge y el tiempo que emplea en ello.

3.4 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Los resultados logrados en el presente proyecto se enmarcan de acuerdo a los objetivos planteados y fueron los siguientes:

3.4.1 RESULTADO UNO: SOCIALIZACIÓN DEL SISTEMA DE BIOBARDAS EN LA RADIO LETANÍAS 102.3

La entrevista radial es un diálogo, una conversación entre un interlocutor (llamado entrevistado) y el periodista.

Fotografía 2. Socialización del sistema en instalaciones de la radio Letanías 102.3



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Las radioemisoras existentes en el municipio de Viacha son:

Cuadro 5. Radioemisoras del Municipio de Viacha

Nombre	Ubicación	Teléfono
Radio Letanías F.M.	Calle 18 de Nov. # 22 Viacha	(2) 280022
Radio Sonora Fama F.M.	Plaza Mariscal José Ballivian # 146	(2) 280046

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Una de los factores por el cual se optó por la radioemisora Letanías fue que la misma presenta más audiencia que otra.

La radioemisora Letanías está a cargo del propietario Hernán Carvajal Concejal del municipio de Viacha. Y tiene una cobertura que abarca desde la ciudad de Viacha hasta el distrito 6.

Continuación se especificará detalles de la entrevista radiofónica:

1) Nombre del Programa y hora de emisión:

El nombre de programa al que se asistió fue “Radio Noticias” en la cual tiene cobertura desde hora 15:00 p.m. a 17:00 p.m.

2) Porcentaje de radio escuchas de Letanías:

En el municipio de Viacha se encuentra 29.108 hab. Lo cual según la información de la emisora un 65% son oyentes de la misma.

3) Identificación de hablantes de la entrevista en radio Letanías 102.3 F.M. Viacha:

Entrevistadora: Lizbeth Gutiérrez

Entrevistado 1: Salvador Conde Herrera

Entrevistado 2: Kelly león Quispe

4) Tema de la entrevista:

Propuesta de un sistema de biobardas de residuos plásticos para la descontaminación física del río Pallina municipio de Viacha

5) Los objetivo de la entrevista:

Exponer a la comunidad oyente de la radio Letanías de Viacha sobre el sistema de biobardas y la importancia de reciclar y reutilizar los residuos sólidos (plásticos).

6) Tipo de entrevista de la radio:

La entrevista que se nos realizo fue, transmisión en Vivo.

7) El tipo de función de la entrevista:

El tipo de entrevista fue conversacional sin ningún tipo de guion específico que a continuación fue transcrito:

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Hace unos momentos te estaba hablando de cómo cuidar el medio ambiente lo importante que es evitar colaborar al Calentamiento global a la contaminación de nuestro planeta y por qué no empezar desde casa y por casa lo digo desde Viacha, es por eso que hoy tengo invitados muy especiales del instituto MIRIKIRI y nos van a comentar lo que están haciendo su proyecto lo que están realizando para limpiar el río Pallina, ese río que desemboca en el lago Titicaca es por eso que nos están acompañando 2 personas Salvador Conde y Kelly León les brindamos un aplauso muy especial nos tienen que contar mucho sobre el proyecto que están realizando así que, Salvador te cedo la palabra para que nos comentes más sobre lo que están realizando.

- **Entrevistado 1:** Salvador Conde Herrera

Bueno muy buenas tardes a toda tu radio escucha estamos acá nosotros como ya dijiste pertenecemos al instituto MIRIKIRI como tercer año de la carrera de Gestión de Agua y Riego, tenemos que hacer un proyecto entonces nuestro proyecto consiste en unas biobardas para el río Pallina que son básicamente una barrera contra todos los deshecho que votan en el río y estos flotan aguas abajo, como el río Pallina forma parte de la cuenca Katari el cual desemboca en el lago Titicaca más propiamente dicho a la bahía de Cohana y ocasionamos más contaminación al medio ambiente cuando este lleva residuos sólidos bolsas plásticas y botellas y se pensó en una manera de ayudar al medio ambiente atrapando esos residuos para que no lleguen al lago el cual está ya bastante contaminado nuestro sistema es demasiado sencillo hecho con botellas plásticas agrupándolas y poniéndolas en redes haciendo que estas floten sujetadas en los extremos atrapando los residuos que el río trae, al ser un río que no solo es contaminados por los vecinos de Viacha sino también trae residuos de la ciudad de El Alto es una manera muy práctica de ayudar al medio ambiente.

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Claro que si porque como lo dije hay que iniciar desde casa y es por eso que nuestra amiga Kelly nos va a contar más sobre el proyecto le cedo la palabra para que nos cuente un poco más en seguida vamos a estar comentando prefiero primero escucharlos para ver qué es lo que tienen que decir.

- **Entrevistado 2:** Kelly León Quispe

Muy buenas tardes, como dijo mi compañero este sistema trata sobre biobardas las cuales fueron elaboradas recientemente, se fabricaron en Honduras y Guatemala el año pasado y nosotros queremos implementar en el río Pallina pues cuando hicimos el diagnóstico pudimos observar que el río Pallina está contaminado por residuos sólidos plásticos, botellas PET llantas etc.

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Claro que si porque nosotros más que todo los que vivimos en la ciudad de Viacha sabemos cómo cuando sobre todo llueve aquí o en la ciudad del alto vemos esas aguas completamente llenas de basura que van bajando y muchas veces en medio camino se estancan y la ciudadanía se pregunta qué podemos hacer y esta gracias a ustedes tenemos una opción, esto se ha implementado internacionalmente y ha logrado tener buenos resultados no es cierto Salvador.

- **Entrevistado 1:** Salvador Conde Herrera

Si como mi compañera lo dijo es un sistema novedoso y reciente ya se realizó en otros países de centro América se lo ha implementado obviamente las características de los ríos son distintas en relación al caudal que no son tan bajos como acá uno de los problemas que nosotros tenemos para implementar este sistema sería el bajo caudal que tiene el río Pallina en época seca pero como tú lo dijiste muy bien en época de lluvias es donde más nos podría ayudar las biobardas porque es donde más residuos arrastra el río y cuando más sería útil este sistema por lo tanto este sistema sería útil y una muy buena opción para todo el municipio

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Buenísima opción no solo para el municipio de Viacha porque realmente estas biobardas funcionan ya que a parte que nosotros tenemos que hacer el respectivo reciclaje de cosas que realmente se puedan reutilizar, como lo dijiste que las biobardas están hechas a través de botellas plásticas una manera de volverlas a utilizar porque nuestro planeta necesita que existan esta clase de proyectos, que más puedes comentarnos nuestra compañera Kelly sobre este proyecto en cuanto tiempo lo van a implementar como va a funcionar cuéntanos más.

- **Entrevistado 2:** Kelly León Quispe

Las biobardas es una propuesta para el municipio, la implementación tendría que partir de los vecinos de la alcaldía pero nosotros más que todo hicimos un diagnóstico repito y ver qué tan contaminado se encuentra, como en que época se podría implementar como ya mencionaron en época de lluvias y las medidas para tomar conciencia en todo el municipio y los vecinos cerca al río.

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Claro que si tomar conciencia acerca de lo que nosotros provocamos con los desechos de basura que logramos generar esto es importante para reducir esto y este proyecto bien hecho y como siempre les digo este espacio está habilitado para todos ustedes, así que más nos puedes comentar para la despedida nuestro amigo que se llama Salvador Conde que nos va a decir algo para la despedida.

- **Entrevistado 1:** Salvador Conde Herrera

Bueno yo solamente quisiera decir que tomemos conciencia cada uno de nosotros para poder dejar algo a las futuras generaciones hoy en día se habla mucho con los problemas que estamos teniendo quieren dejar un futuro a sus hijos las personas que están bloqueando y eso pero que futuro les vamos a dejar si estamos ensuciando cada vez más sería una reelección para todos tomar conciencia y contaminar un poco menos.

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Muy bien tenemos a nuestra amiga que nos va a decir las últimas palabras que nos puedes recomendar.

- **Entrevistado 2:** Kelly León Quispe

A ver lo principal reciclar capacitarse si hay cursos de reciclaje tomar unos cursos así podemos aprender un poco y toda forma de reciclar que nos puede ayudar puede ser útil y dejar de contaminar nuestros recursos hídricos fundamentales.

- **Entrevistadora:** Lizbeth Gutiérrez

Como bien lo decían qué futuro vamos a dejar, ahora estamos tratando de luchar por una causa pero que vamos a dejar si no tenemos un planeta donde vivir es por eso que estos proyectos deben ser apoyados no solamente por municipios si no por todos si nosotros ayudamos a contaminar menos estos proyectos ayudaran a limpiar más y tendremos un país y una Viacha limpia sin contaminación que es lo que queremos tener muchas veces, recibimos llamadas de personas que nos indican cuando las aguas están bajando llenas de basuras pues estos proyectos ayudan a apaciguar esto muchas gracias sobre todo a los amigos de este proyecto para la limpieza del río Pallina que vienen del instituto MIRIKIRI las puertas están abiertas para cuando ustedes lo necesiten.

3.4.2 RESULTADO DOS: OBTENCIÓN DE DATOS Y CONTRUCCION DEL SISTEMA DE BIOBARDAS EN EL RÍO PALLINA

Se realizó la verificación y búsqueda del área donde se instale el sistema, teniendo en cuenta y considerando las medidas necesarias para el óptimo funcionamiento de la biobarda (ver fotografía 3, 4 y 5).

Fotografía 3. Río Pallina



Fuente: elaboración propia (2019).

Fotografía 4. Diagnóstico del río Pallina



Fuente: elaboración propia (2019.)

Fotografía 5. Diagnóstico



Fuente: Elaboración propia (2019).

Se ejecutó la medida de caudales en el río Pallina por el método del flotador teniendo en cuenta los parámetros para esto dadas en el marco teórico, con las siguientes fases:

Selección del lugar para la instalación del sistemas de biobardas un lugar con un tramo uniforme sin muchas piedras para la medición optima del caudal.

Despeje del área de aforo y búsqueda del lugar más óptimo para la medición por el método del flotador (ver fotografía 6).

Fotografía 6. Despeje del área de aforo



Fuente: elaboración propia, (2019).

Medidas a tomar en cuenta para la medición del caudal como ser el largo el ancho del tramo del río la profundidad en sus diferentes secciones (Ver fotografía 7).

Fotografía 7. Medición del ancho del río



Fuente: elaboración propia (2019).

Para medir el caudal de un río se debe medir la velocidad para lo cual se siguen los siguientes pasos:

- Se mide el largo del tramo a ser estudiado
- Se mide el ancho del mismo el cual deberá ser homogéneo para obtener la menor cantidad de error en el cálculo de la velocidad
- Una vez hecho esto, con un objeto que flote se observa el tiempo que este objeto tarda en recorrer el tramo del río. Teniendo dos personas tanto al principio como al final del tramo.

El último procedimiento se lo hace 5 veces para obtener una media de la velocidad que tiene el río (ver fotografía 7,8 y 9).

Los datos para todo este procedimiento que se obtuvieron fueron:

$$L = 10 \text{ m.}$$

$$D = 3,9 \text{ m.}$$

$$P = 0,7 \text{ m.}$$

Donde:

L = al largo del tramo

D = el ancho del tramo

P = profundidad media del tramo

De donde para el cálculo de la velocidad solo se tomó el dato L la observación y un cronometro para obtener la siguiente velocidad (V)

$$T1 = 7,3 \text{ m/s}$$

$$T2 = 6,9 \text{ m/s}$$

$$T3 = 7,4 \text{ m/s}$$

$$T4 = 7 \text{ m/s}$$

$$T5 = 7,9 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{7,3 \text{ m/s} + 7,4 \text{ m/s} + 6,9 \text{ m/s} + 7 \text{ m/s} + 7,9 \text{ m/s}}{5} = 7,3 \text{ m/s}$$

$$V = 7,3 \text{ m/s}$$

Fotografía 8. Toma de los datos arrojados al medir la velocidad del cauce del río

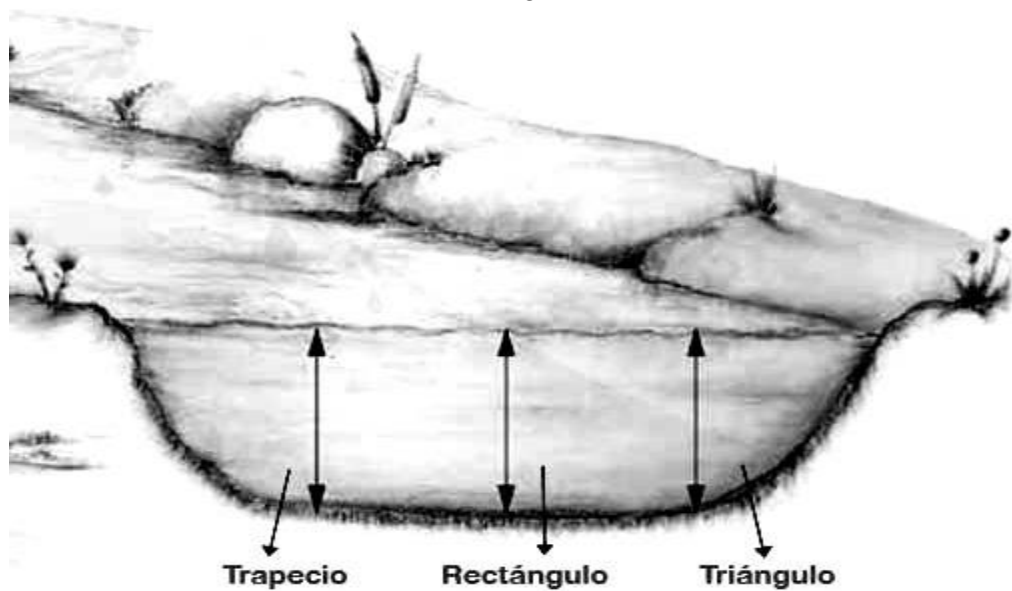


Fuente: elaboración propia (2019).

Posteriormente se hace el medido de la profundidad del río para esto se siguen los siguientes pasos:

- Teniendo el ancho del río se divide el mismo por secciones en partes iguales, lo recomendable son 4 secciones, pero mientras más secciones más exacta será la medición.
- Se mide el área de cada una de las figuras o fajas obtenidas al seccionar el cauce. En este caso se obtuvo 2 rectángulos y 2 triángulos de los cuales las medidas de base son 0,97m respectivamente haciendo un total de 3.9 m, la suma del área de estas figuras nos dará el área total de la sección del río (ver figura 15).

Figura 15. División del ancho del río para la obtención de figuras geométricas como en la imagen



Fuente: (Valencia, 2014)

Fórmula 8. Se utilizó la fórmula 5 para el cálculo del área con los datos obtenidos en campo

$$A = \frac{0,97m * 0,7m}{2} = 0,339m.^2$$

Fuente: (Valencia, 2014)

Al encontrar dos rectángulos en la sección del río se utilizó la fórmula 5 para sacar el área de una de las figuras. Este dato a su vez se lo duplica ya que en el río se encontró similares orillas o extremos entonces tenemos:

$$0,339 \text{ m}^2 + 0,339 \text{ m}^2 = 0,679 \text{ m}^2$$

Fórmula 9. Se utilizó la fórmula 4 para calcular otra sección rectangular obtenida

$$A = 0,97\text{m} \times 0,7\text{m} = 0,679\text{m}^2$$

Se obtuvo dos figuras rectangulares y se hizo el respectivo cálculo de su área como en el anterior caso por ser una figura repetida se la suma obteniendo el área de los dos rectángulos del aforo.

$$A_r = 0,679 \text{ m}^2 + 0,679 \text{ m}^2 = 1,358 \text{ m}^2$$

Para obtener el total del área del río se suman tanto el área de las figuras rectangulares como de las triangulares obteniendo el total.

Luego tenemos:

$$A_r + A_t = A_T$$

$$A_T = 1,358 \text{ m}^2 + 0,679 \text{ m}^2 = 2,037 \text{ m}^2$$

Como último paso para la obtención del caudal se multiplica el área obtenida por la velocidad de la corriente el resultado es el caudal del río los datos a tomar son:

$$A_T = 2,037 \text{ m}^2$$

$$V = 7,3 \text{ m/s}$$

En la fórmula: $Q = A * V$

Reemplazando los datos tendríamos lo siguiente

$$Q = 2,037 \text{ m}^2 * 7,3 \text{ m/s} = 14,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fotografía 9. Toma de datos de aforo por el método del flotador



Fuente: elaboración propia (2019).

Fotografía 10. Corroborando datos de aforo por el método del flotador



Fuente: elaboración propia (2019).

Se procedió a la construcción de las biobardas en el lugar con materiales totalmente reciclados que se pudo encontrar en el lugar solo se dispuso en obtener la red y las estacas para la instalación.

Paso 1.- Selección de botellas de plástico para de un mismo tamaño para el armado de la biobardas (ver fotografía 11).

Fotografía 11. Recolección de botellas para la biobardas artesanal



Fuente: Elaboración Propia, (2019).

Paso 2.- Se llena la botella del medio con tierra arena o agua para el peso necesario de estabilidad en la biobardas (Ver fotografía 12).

Fotografía 12. Llenado de tierra en la botella central para ejercer peso para la biobardas.



Fuente: Elaboración Propia, (2019).

Paso 3.- Se agrupa las botellas 7 en total para formar una parte del sistema que se va a implementar poniendo siempre la botella llena de agua arena o tierra al centro para darle estabilidad (ver fotografía 13)

Fotografía 13. Armado de agrupación con las botellas para la biobardas



Fuente: Elaboración Propia, (2019).

Paso 4.- La agrupación de una parte del sistema se finaliza con un alambre de amarre para darle forma y así agrupar con las demás formando la biobardas (ver fotografía 14).

Fotografía 14. Finalización del armado de las botellas



Fuente: Elaboración Propia, (2019).

Paso 5.- Instalación de la biobarda en el río (ver fotografía 15).

Fotografía 15. Instalación de la biobardas en el Río Pallina



Fuente: Elaboración Propia, (2019).

Después de la construcción e implementación de la biobarda en el río Pallina se obtuvo los siguientes datos:

En un día de instalado de la biobarda y con un caudal de $14,87 \text{ m}^3/\text{s}$ se obtuvo un aproximado de entre 25 y 30 kilogramos de desechos sólidos (plásticos) lo que nos hace deducir que en un mes de instalado el Sistema de biobardas nos daría un poco menos de 1 Tn. de desechos esto en época seca ya que no se pudo analizar los resultados en época de precipitación que es donde más residuos arrastra el cauce del río.

Los resultados obtenidos se detallan en la siguiente tabla:

Cuadro 6. Resultados de la eficiencia de las biobardas

Caudal (Q) 14.87 mt ³ /s		
1 DÍA	1 SEMANA	1 MES
25 – 30 kg	105 kg	903 kg
Desechos sólidos (plásticos)		

Fuente: Elaboración propia (2019).

3.4.3 RESULTADO TRES: ENCUESTA Y LIMPIEZA DEL RÍO PALLINA

Encuesta:

Encuestas a gente que vive en los alrededores del río de las cuales se lograron sacar los siguientes datos con respecto al aspecto que dan los desechos sólidos (plásticos) en el cauce del río Pallina.

A continuación un ejemplo de los resultados que obtuvimos en el Municipio de Viacha con la encuesta a través de gráficos los cuales nos da un aproximado de la manera en la que ven al río los vecinos.

Grafico 2. Tiempo de habitad de los vecinos en la zona



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Según el gráfico 2, el 70% de las personas encuestadas señalan que viven en el lugar más de diez años y el 30% menos de diez años.

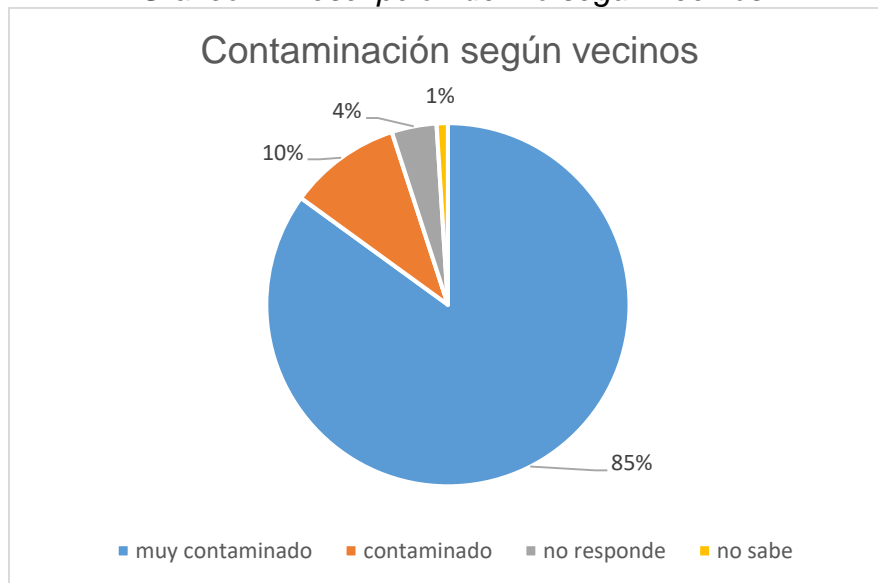
Gráfico 3. Disposición de los vecinos para restaurar el río



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Según el gráfico 3 el 55% de los habitantes están dispuestos a llegar a un convenio con los miembros de la alcaldía para encontrar una solución al contaminación del río, el 45% de los vecinos están dispuestos a través de una junta a proveer de contenedores de basura en los alrededores del río.

Gráfico 4. Descripción del río según vecinos



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Según el gráfico 4 el 85% de los habitantes considera que el río está muy contaminado mientras el 10% lo considera relativamente contaminado y el porcentaje restante no sabe no responde.

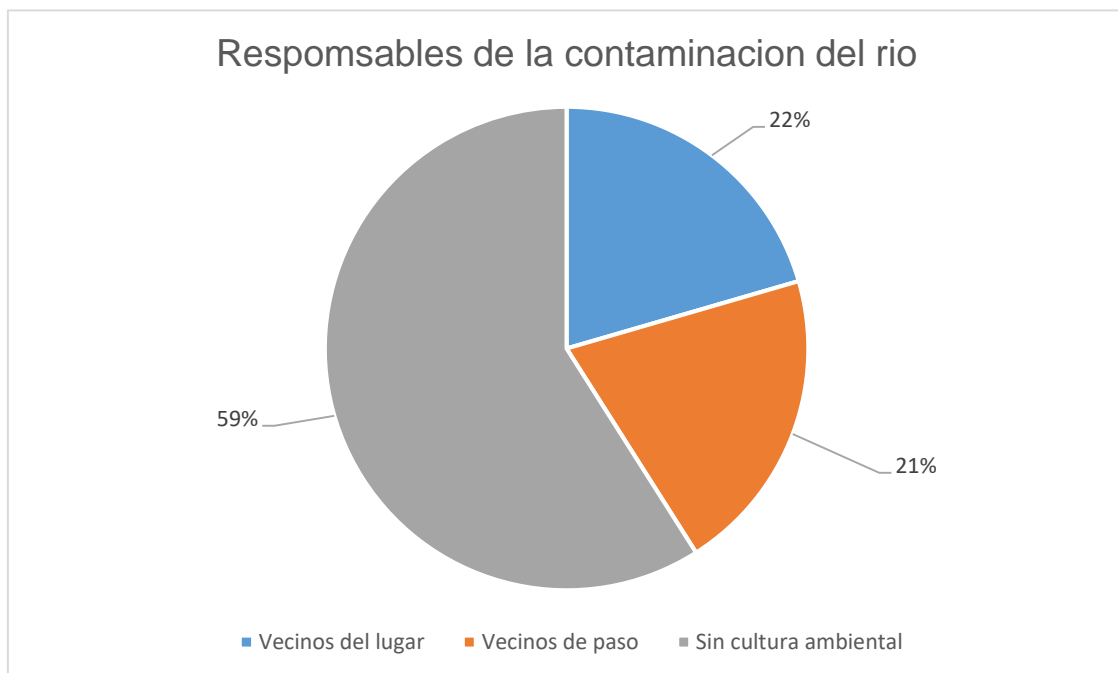
Gráfico 5. Frecuencia de aseo del río según vecinos



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Según el gráfico 5 el 79% de los vecinos firman que el río no es limpiado por ningún funcionario público de la Alcaldía el 16% solo en casos extremos y el 5% es iniciativa de vecinos organizados.

Gráfico 6. Responsables de la contaminación según vecinos



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Según el grafico 6 el 59% de los vecinos consideran que es por falta de cultura ambiental, mientras que el 22% aseguran que es por ellos mismos y el 21% por transeúntes.

Se aplicó la encuesta a un total de 20 personas de las cuales más del 90% coincidía en las respuestas arrojándonos datos como ser la falta de atención hacia la contaminación de residuos sólidos que se acumula en el río y que a través de los años se fueron acumulando sin una atención respectiva. Según los vecinos de la zona este problema se podría solucionar si la Alcaldía del Municipio tomara cartas en el respectivo asunto.

También se obtuvo información del aseo urbano del Municipio de Viacha.

Cuadro 7. Aseo urbano

PROGRAMACION DE OPERACIÓN: ASEO URBANO, MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS												
OBJETIVOS												
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar los servicios de recojo de residuos sólidos desde su recolección hasta su traslado al relleno sanitario. • Brindar a la población un servicio eficiente en la limpieza de calles y avenidas. • Brindar a la población un servicio eficiente y eficiente a través de la disposición final de los residuos sólidos (relleno sanitario, plantaje de compostaje y punto verde). 												
ACCIONES												
<ul style="list-style-type: none"> • Contratación de personas para el carro compactadores para el recorrido domiciliario. • Supervisión y control de rutas asignadas. • Supervisión y control de tratamiento. • Producción de abono en la planta de compostaje. • Reciclaje de material inorgánico. 												
RECURSOS HUMANOS						Para realizar esta operación se cuenta con el Director de Medio ambiente, el supervisor de aseo urbano y responsable del mantenimiento del Parque automotor de medio ambiente.						
PROGRAMACION MENSUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: (Viacha G. M., 2019).

Limpieza:

En fecha 18 de agosto de 2019, una vez terminada las encuestas, algunos vecinos del lugar se apersonaron a realizar una consulta sobre las encuestas que se les estaba realizando, se les aclaro cualquier duda y se les menciono el estado en el que se encontraba el río Pallina muchos de ellos se encontraron asombrados al escuchar que este afectaba de gran mayoría al lago menor del Titicaca.

Después de explicarles el estado del rio y la manera en la que afecta en todo su recorrido se les hizo la propuesta de una campaña de limpieza interna en la cual algunos vecinos estaban predispuestos a realizar esta actividad.

Se llevó a cabo otra reunión el 6 de octubre en la cual se definió la fecha, hora y lugar, también se acordó la procedencia de los recursos económicos tanto para los materiales, herramientas y refrigerios respectivos. Con la cantidad de voluntarios que se dispusieron a ejecutar la campaña se quedó de acuerdo en realizar la limpieza el 20 de octubre a hora 9:30 a.m. en los alrededores el puente.

Fueron 20 familias las que estuvieron dispuestas en la reunión a realizar la campaña, ya en el día acordado solo llegaron 15 personas a la campaña y se dio inicio a la limpieza del río que en un principio fue de 1 kilómetro pero por falta de voluntarios se la redujo a medio kilometro

Se les dotó de las herramientas y materiales necesarios como ser barbijos guantes y bolsas.

Después de una breve reunión y una explicación del manejo que se debe realizar con los residuos sólidos esto para prevenir accidentes ya que los vecinos de la zona no tenían ningún conocimiento del tratado que se debe efectuar con los desechos sólidos.

Nos dispusimos a la limpieza ya planificada, se pudo recolectar 3 sacos de botellas PET, 2 sacos de residuos orgánicos en total descomposición y putrefacción, 3 neumáticos y basura en general como ser pañales, baterías,

bolsas nailon, etc. Se procedió a la finalización de la campaña voluntaria por los vecinos de la zona Antofagasta en horas 3 pm todo esto se llevó a cabo con total normalidad y sin ningún percance.

Cerca a las 13:00 horas se procedió al respectivo descanso y procedimos a servirnos los respectivos refrigerios.

Todo lo recaudado y que es reciclable se le llevo al punto de compra y venta de materiales para reciclar que tiene la ciudad de Viacha y lo que no, se le dispuso a un depósito de basura autorizado.

Con este acto se pudo observar que no todos los habitantes de la zona Antofagasta ignoran el estado en el que se encuentra el río y los efectos que puede causar a largo plazo en nuestra sociedad, y pudimos observar que con un poco de ayuda e iniciativa de personas que muestran interés por el medio ambiente, podemos cambiar y cuidar nuestros recursos vitales que se nos fue otorgado por el planeta.

Fotografía 16. Limpieza del río Pallina con los vecinos



Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.5 IMPACTO TECNOLÓGICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO

3.5.1 IMPACTO TECNOLÓGICO

Las biobardas son una tecnología novedosa que tuvo un impacto sorprendente en el río Pallina uno de los más contaminados. Por las características del río Pallina esta tecnología del sistema de biobardas fue muy positivo ya que en el corto tiempo de establecido en el lugar se obtuvo unos resultados más que satisfactorios por la cantidad de residuos que se pudo captar y también viendo que con el caudal calculado se pudo descontaminar de residuos sólidos un buen porcentaje pues se liberaba al cauce del río la misma cantidad del caudal que tiene.

Dejándonos así un río sin la contaminación de desechos sólidos en aguas abajo dando un mejor aspecto a las orillas del mismo.

3.5.2 IMPACTO AMBIENTAL

Impacto ambiental es por mucho el que más nos interesa pues dará una alternativa para la descontaminación de sólidos en ríos aportando así con el ecosistema. Las biobardas mostraron efectividad en la descontaminación del río Pallina en el corto tiempo que se lo implementó.

Fotografía 17. Contaminación del río Pallina



Fuente: Elaboración propia

3.5.3 IMPACTO SOCIAL

El impacto social es por mucho al que más énfasis se da, puesto que muy a parte de aportar en la parte estética de los alrededores se da un ejemplo para que otros municipios puedan adoptar esta medida y así poder mantener los ríos limpios de desechos sólidos (plásticos).

3.5.4 IMPACTO ECONOMICO

El impacto económico del proyecto no es prioridad ya que tiene un enfoque más social sin embargo como la recolección de plásticos será la actividad de las biobardas se puede apoyar con la comercialización de las botellas PET que queden atrapadas en el sistema y ser comercializadas para el reciclaje y reutilización de las mismas.

3.6 PRESUPUESTO

Cuadro 8. Presupuesto del sistema

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO PARCIAL	TOTAL
Materiales para la construcción de Biobardas					
1	Malla de polietileno	Pieza	2 m.	30	60
2	cuerda	Pieza	9 m.	15	135
3	Alambre	Rollo	1	8	8
4	Botellas P.E.T.	Pieza	50	2	100
5	Barra de fierro	Pieza	1	18	18
6	cemento	Bolsa	1	45	45
7	Graba	Pieza	carretilla	10	10
Refrigerio					
8	Emparedado		15	3,50	52,5
9	Gaseosa	botella	2	6	12
Equipo de seguridad personal					
10	Barbijo	pieza	1,50	10	15
11	Guantes de látex	pieza	1	13	13
Equipo de limpieza para el rio					
12	Yute	Bolsa	9	3	27
13	Nylon	Bolsa	10	1	10
Personal de trabajo					
14	Personal	día	15	20	300
Total:					805,50

Fuente: Elaboración propia (2019).

El Cálculo del presupuesto se realizó un análisis basado en los costos de los materiales del diseño. El costo total del proyecto es de 805,50 Bs y el mismo se detalla en el Cuadro 9.

Por ser un proyecto con materiales casi exclusivamente de desechos y reutilizables no tiene un gran presupuesto.

3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS ESPERADOS

Ya que el presente proyecto es un proyecto piloto se espera obtener los siguientes resultados como ser:

- Demostrar la capacidad de las tecnologías viables nuevas a incorporar para la descontaminación de los ríos que llevan altas fuentes de residuos sólidos.
- Retener los contaminantes solidos presentes en las aguas del río Pallina.
- Demostrar la viabilidad de tecnologías que resolverían el problema ambiental que afecta a aguas contaminadas por sólidos.
- Recuperación de los ríos urbanos con poca o nada de intervención de corporaciones ambientales para la descontaminación con desechos sólidos en cuerpos de agua.
- Limpiar el río Pallina de residuos Sólidos (plásticos, botellas PET, llantas, etc.) y prevenir la contaminación del Lago menor del Titicaca.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La socialización del sistema por el medio radial LETANÍAS 102.3 F. M. fue una buena opción para dar a conocer el mismo, como es un tema que involucra a toda la sociedad, se pudo ver que fue bien recibido como una forma de concientizar a todos los vecinos que viven cerca del río Pallina.
- Al implementar el sistema de biobardas se pudo observar que éste requiere de un caudal moderadamente alto sin embargo puede funcionar con distintos tipos de caudales teniendo en cuenta los materiales a usar y a su vez el río debe tener una profundidad de alta a mediana para que el sistema pueda funcionar óptimamente.
- Por otro lado solo se pudo ver el funcionamiento de dicho sistema en época seca, en la época de lluvia se tendría un parámetro, donde el caudal de este río sube considerablemente sea una buena opción.
- El rendimiento del sistema de biobardas en el río Pallina, fue moderado pero si efectivo, porque al tener un caudal reducido los residuos sólidos se quedan en las orillas y esto hace que nos preguntemos como será en época de lluvias, ya que no se pudo observar la utilidad del mismo en dicho momento.
- Con la colaboración de los vecinos que están comprometidos con la protección del medio ambiente se pudo lograr hacer una limpieza superficial del río, la predisposición de algunos vecinos fue muy cordial, al ver que el sistema de biobardas es un aporte a la sociedad y al medio ambiente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar más charlas en medios de comunicación a cerca del sistema y también de la importancia de mantener y cuidar nuestro medio ambiente.
- Nosotros recomendamos hacer más campañas de limpieza para concientizar tomando en cuenta no solo a los vecinos que viven alrededor del río sino también tomando en cuenta a la junta vecinal para poder obtener mejores resultados y a su vez lograr darles charlas de concientización para mantener el río en buenas condiciones.
- Los caudales recomendables para este sistema son de 68 lt./s. a 1000 lt. / s. con estos funciona de manera óptima sin embargo se puede optar por caudales de mayor envergadura considerando que los materiales deben ser de mayor resistencia a los establecidos en el documento.
- Así mismo es recomendable una profundidad de 1m a 2m en la parte más profunda para poder dar una limpieza periódica efectiva, y de una manera práctica aunque con más profundidad también se la puede realizar pero se necesitaría un medio de transporte por seguridad.
- Es recomendable tomar las medidas necesarias para observar el sistema en época de lluvias, observar cuan óptimo resulta usar el sistema durante las precipitaciones y así darnos un parámetro de la aplicabilidad del sistema durante el año entero. Es por este motivo que se recomienda ampliar la investigación de este sistema en época de lluvias para optimizar mejor el funcionamiento del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Albert, L. A. (2004). *México tóxico*. México.

Ballesta, R. J. (2017). *Introducción a la contaminación de suelos*. España: Mundi-Prensa.

Barahona, J. C. (07 de Agosto de 2018). *La Prensa Grafica El Salvador*. Obtenido de <http://www.LaPrensaGrafica/amp/elSalvador/ponen-biobardas-en-rios>

Brigida, T. &. (2015). *Medio Ambiente y Basura, una relación peligrosa - Manual sobre residuos sólidos*. La Paz - Bolivia.

C.P.E., H. C. (1992). *Ley de Medio Ambiente*. La Paz .

Cierra, M. M. (2015). *física de fluidos y termodinámica*. Obtenido de <http://mauriciomedinasierra.wordpress.com/primer-corte/conceptos/caudal>

Cosme, A. (26 de abril de 2005). Obtenido de Los tóxicos de la basura de El Alto y Viacha confluyen en el Titicaca: <https://www.bolivia.com/noticias/autonoticias/DetalleNoticia26244.asp>

DIARIO, O. (21 de JUNIO de 2018). *OKDIARIO.COM*. Obtenido de <http://www.okdiario.com>

Educa. (2016). *EDUCA*. Obtenido de <https://www.educa.com.bo/geografia/viacha-municipio-de-ingavi>

Fundación bosque sacro dominicano. (8 de 09 de 2018). Obtenido de <https://fundacionbosquesagradodominicana.org/ejemplos-de-biobardas/>

Gonzalez, F. V. (2019). *Medio Ambiente*. España: Acribia, S.A.

Guatemala.com. (6 de junio de 2018). Obtenido de <https://www.guatemala.com/noticias/sociedad/biobarda-proyecto-con-material-reciclado-busca-eliminar-la-contaminacion-de-los-rios.html>

Guatevisión. (2019). *Biobardas en Guatemala*. Guatemala: Guatevisión .

Guía de orientación de contaminación de sólidos para municipios. (s.f.). *Manejo de residuos sólidos a nivel municipal*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/3residuos/3-1residuos.htm>

Ibarra, D. R. (2012). *Agricultura y contaminación del agua*. Mexico: UNAM INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS.

Jimenez, O. J. (2014). *Residuos sólidos la basura es problema de todos*. La Paz - Bolivia: Campo Iris.

López Hernández Martha, O. G. (2011). *es.slidshare.net*. Obtenido de <http://es.slidshare.net/CarolinaOchoa2/descontaminacion>

M. A. y R. N., d. (2018). *Biobardas un ejemplo para el mundo*.

martinez, N. h. (23 de Agosto de 2019). *El Salvador. com*. Obtenido de <https://www.elsalvador.com/noticias/nacional/infografia-comerías-peces-con-plastico/633089/2019/>

Mexico facultad de ciencias económicas y sociales, U. A. (abril de 2016). *facultad de ciencias económicas y sociales U.A.S.* Obtenido de <http://www.eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales>.

MMA y A. (2014). *informe de auditoría sobre el desempeño ambiental respecto de la contaminación hídrica de la cuenca del río katari y la bahía de cohana*. La paz - Bolivia.

MMyAR, M. d. (2018). *Guatemala Biobardas un ejemplo del mundo*. Honduras.

Nacional, E. D. (10 de JUNIO de 2018). *Ríos trasladan material contaminante al lago*. Obtenido de El Diarío Nacional : https://www.eldiario.net/noticias/2018/2018_06/nt180610/nacional.php?n=61&-rios-trasladan-material-contaminante-al-lago

Ortiz, M. (27 de Mayo de 2019). *www.pagina7.bo*. Obtenido de <http://www.pagina7.bo/sociedad/2019/5/27/bolivia-plastificada>

- Paricahua, W. A. (noviembre de 2008). *www.monografias.com*. Obtenido de <http://m.monografias.com/trabajos87/descontaminacion-limpieza-desinfeccion/descontaminacion>
- PDM, V. (2015). *Plan Operativo Anual*. Viacha: G.A.M.V.
- Plus, T. (2017). *www.TareasPlus.com*. Obtenido de <http://www.TareasPlus.com>
- Racancoj, J. (29 de enero de 2018). *La voz de Xela* . Obtenido de <http://lavozdexela.com/noticias/proyectan-instalar-10-biobardas-mas/>
- Rojas, R. (13 de febrero de 2019). viacha recolecta y trata la basura. *El Diario*.
- Sandoval, A. O. (23 de Febrero de 2016). *epimexico.blogspot.com*. Obtenido de <http://epimexico.blogspot.com/2016/03/los-microplasticos-origen-y.html?m=1>
- SENAT. (22 de JULIO de 2012). *GOOGLE ACADEMICO*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=senati+contaminacion+ambiental&oq=senati+contaminacion+ambienta#d=gs_qabs&u=%23p%3Dv-Ump79nWjQJ
- Universidad, d. S. (2011). Contaminación del agua y reciclaje como una solución. *Guía del Instructor de Laboratorio*.
- Valencia, A. G. (2014). Manual Piragüero Medicion de Caudal. *Actúa* , 3-13.
- Viacha, G. A. (octubre de 2016). *PLAN TERRITORIAL DE DESARROLLO INTEGRAL 2016 - 20120*. VIACHA: Gobierno Autonomo Municipal de Viacha .
- Viacha, G. M. (2019). *POA Y PRESUPUESTO GESTION 2019* . Viacha.
- Viacha, M. d. (2012- 2016). *Plan Operativo Anual*. Viacha: G.A.M.V.

ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta para determinar la opinión de los habitantes del río pallina

1.- ¿Cuántos años lleva viviendo en esta zona?

R.- 10 a 15 años

2.- ¿Cuáles son las tres palabras con las que describiría al río Pallina?

R.-

- Está contaminado con basura
- Está un poco cuidado a comparación de hace años

3.- ¿A usted le afecta la contaminación del río?

R.- Si por el olor. Además le da un mal aspecto al rio y sus alrededores.

4.- ¿Quién sería el responsable de que el río se encuentre en ese estado? ¿Por qué?

R.- Las personas de la zona, y personas de otras zonas que vienen a votar su basura al río. Además de la poca conciencia y educación que tenemos todos los vecinos.

5.- ¿Considera que usted también es responsable del estado en el que se encuentra el río? ¿Por qué?

R.- Si ya que como zona se debería realizar una organización para idear planes de prevención de la contaminación del río como por ejemplo, contenedores en el sector del río ya que el recolector de basura, lo realiza 1 vez a la semana.

6.- ¿Qué estaría dispuesto a dar o hacer para restaurar el río? ¿Por qué?

R.-

- Realizar un convenio con la alcaldía para hallar una solución.
- Incorporar contenedores de basura para evitar más residuos en el río

7.- ¿Cree que realmente el río Pallina estará limpio algún día? ¿Por qué?

R.- No. Porque la misma gente y los autos que pasan por el puente.

Si.

Si, si se tomamos medidas

8.- ¿Cuántas veces viene el recogedor de la basura a limpiar el río?

R.- Nunca, el río específicamente no es limpiado por ningún funcionario público de la alcaldía.

Solo se presentan cuando existen casos extremos donde requieran la presencia de la misma.

Son las personas del lugar quienes a través de una reunión realizan el limpiado respectivo eso si todas las personas de la zona están de acuerdo.

ANEXO2: Reporte fotográfico

Municipio de Viacha



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Estado del río Pallina



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Análisis y verificación por los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Mirikiri en el río Pallina por contaminantes de sólidos



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Análisis del estado del río



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Presencia de animales de campo alrededor del Río



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Acondicionamiento del área de aforo



Fuente: Elaboración propia, (2019)

Aforo del río Pallina por el método del flotador



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Selección de botellas para la construcción de la biobarda



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Agrupación de botellas para la construcción de la biobarda.



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Construcción de las biobardas



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Implementación de la biobarda en el río Pallina



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Socialización en la radio LETANÍAS 102.3 F. M.



Fuente: Elaboración propia, (2019).

Socialización del sistema



Fuente: Elaboración propia, (2019).