



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](#)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](#)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Autor:

Diana Carol Vásquez Campos
<https://orcid.org/0009-0003-7028-9743>

Asesor:

Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación
<https://orcid.org/0000-0002-9130-7598>

Código N° 6052820.

Moyobamba, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

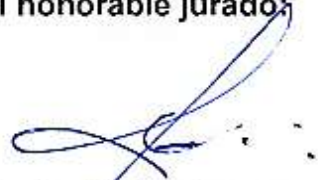
Autor:

Diana Carol Vásquez Campos


Sustentado y aprobado el 09 de agosto de 2023, ante el honorable jurado:



Presidente de Jurado
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache
Liza.



Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres
Bardalez



Vocal de Jurado
Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala
Díaz.



Asesor
Blgo. M. Sc. Alfredo Iban Diaz
Visitación

Moyobamba, Perú

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS CONDUCENTES
A TÍTULO PROFESIONAL N.º 011-2023-UNSM/EPIS/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 067-2020-UNSM/CFT/FE, Moyobamba, 01 de julio del 2020.

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA SANITARIA**

A las 3:00 pm del día miércoles 09 de agosto del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020”** para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, presentado por **Diana Carol Vásquez Campos**, con la asesoría del **Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález** (Secretario), **Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz** Vocal) y acompañado por el **Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 152-2020-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 01 de diciembre del 2020**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluando, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue... **BUENO (15)**, tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA correspondiente a la calificación de BUENO. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 17:00 horas, el mismo día 09 de agosto del 2023.



Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Presidente de Jurado



Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález
Secretario de Jurado



Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz
Vocal del Jurado



Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación
Asesor



Diana Carol Vásquez Campos
Autor

Declaratoria de Autenticidad

Diana Carol Vasquez Campos, identificado con **DNI N° 71848210**, egresada de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, de la Universidad Nacional de San Martín, con la tesis titulada "**Caracterización de efluentes y moñometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020**" Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigativa.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, someténdome a la normativa vigente de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 09 de agosto de 2023.



Diana Carol Vasquez Campos

DNI N° 71848210

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020</p>	<p>Área de investigación: Ciencia Tecnología Ambiental Línea de investigación: Servicios de salud pública Sublínea de investigación: Manejo integral de aguas residuales, excretas y residuos sólidos Grupo de investigación: Resolución N° 137-2023-UNSM/CFT/FE Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
---	---

<p>Autor: Diana Carol Vásquez Campos</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0009-0003-7028-9743</p>
---	---

<p>Asesor: Blgo. M. Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0002-9130-7598</p>
---	--

Dedicatoria

A mis padres, Nori y Ramón y mis hijas Ariana y Anthonella, por su amor y sacrificio incondicional, por ser el motor y motivo para seguir. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profunda gratitud a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis.

En primer lugar, mi sincero agradecimiento especial a mis padres Nori y Ramón, gracias por creer en mí y por alentarme a perseguir mis sueños académicos.

Agradecer al Blgo. M. Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación en su calidad de asesor por su experiencia, paciencia y dedicación. Sus valiosas sugerencias y dirección fueron fundamentales en cada etapa de este proceso.

Al equipo humano de ASESORES & CONSULTORES EJM SAC, por su valiosa contribución en la etapa de campo sin su apoyo no hubiese sido posible la realización de esta tesis.

Mención honorífica a mí jurado calificador, Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza, Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardalez e Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz, sus comentarios y directivas permitieron oportunamente mejorar este trabajo y elevar su calidad. Agradezco profundamente el tiempo y esfuerzo que invirtieron en revisar y evaluar esta tesis.

Profundamente agradecida.

Índice general

FICHA DE IDENTIFICACIÓN.....	6
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTOS	8
ÍNDICE GENERAL.....	9
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. A nivel internacional.....	18
2.1.2. A nivel nacional	19
2.1.3. A nivel local	21
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	22
2.2.1. Saneamiento Básico Ambiental	22
2.2.2. Los modelos Digitales de Terreno (MDT)	23
2.2.3. Morfometría	23
2.2.4. Morfometría básica de una cuenca.....	23
2.2.5. Parámetros Asociados a la Forma de la Cuenca son:	24
2.2.6. Caracterización Morfométrica	25
2.2.7. Barranco Tumino	25
2.2.8. Términos básicos usados	26
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. ÁMBITO Y CONDICIONES DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1.1 Contexto de la investigación	28
3.1.2 Periodo de ejecución	29
3.1.3 Autorizaciones y permisos.....	29
3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad	29
3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales	29
3.2. SISTEMA DE VARIABLES	29
3.2.1 Variables principales.....	29
3.3 PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30

	10
3.3.1	Objetivo específico 1 30
3.3.2	Objetivo específico 2 31
3.3.3	Objetivo específico 3..... 34
3.4	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS 35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 36	
4.1	CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES VERTIDOS EN EL BARRANCO TUMINO, SEGÚN LA CLASIFICACIÓN PROPUESTA POR OEFA 36
4.1.1.	Identificación de efluentes 36
4.1.2.	Efluentes de origen pluvial..... 39
4.1.3.	Efluentes de origen doméstico..... 41
4.1.4.	Efluentes de origen industrial..... 42
4.2	DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL BARRANCO TUMINO II. 42
4.2.1.	Parámetros generales del barranco Tumino 43
4.2.2.	Parámetros generales del barranco Tumino II 43
4.2.3.	Parámetros relacionados a la forma del barranco Tumino II..... 44
4.2.4.	Características relacionadas con el relieve del barranco 46
4.2.5.	Parámetros relativos al perfil 49
4.2.6.	Parámetros relativos al drenaje 50
4.3	PROPONER MEDIDAS PARA EL MANEJO DE EFLUENTES Y CONTROL DE EROSIÓN EN EL BARRANCO TUMINO 51
4.3.1.	Enfoque preventivo para el manejo de efluentes y control de la erosión. 51
4.3.2.	Enfoque correctivo para el manejo de efluentes y erosión..... 52
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... 55
CONCLUSIONES 57	
RECOMENDACIONES 58	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59	
ANEXOS 63	
ANEXO A. MAPAS Y PLANOS 64	
ANEXO B. FICHA TÉCNICA..... 69	
ANEXO C. PANEL FOTOGRÁFICO..... 70	

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Caracterización de la variable correspondiente al objetivo 1</i>	30
Tabla 2 <i>Caracterización de la variable correspondiente al objetivo 2</i>	30
Tabla 3 <i>Caracterización de la variable correspondiente al objetivo 3</i>	30
Tabla 4 <i>Parámetros descriptivos del índice de compacidad</i>	32
Tabla 5 <i>Parámetros descriptivos del factor forma</i>	32
Tabla 6 <i>Característica de las cuencas de acuerdo con la pendiente</i>	33
Tabla 7 <i>Parámetros morfométricos generales barranco Tumino</i>	43
Tabla 8 <i>Parámetros generales barranco Tumino II</i>	44
Tabla 9 <i>Superficie proyectada del barranco Tumino II y III</i>	44
Tabla 10 <i>Longitud del contorno del barranco Tumino II y III</i>	45
Tabla 11 <i>Longitud (L) del barranco Tumino II y III</i>	45
Tabla 12 <i>Ancho (B) del barranco Tumino II y III</i>	46
Tabla 13 <i>Factor forma (Kf) del barranco Tumino II y III</i>	46
Tabla 14 <i>Coefficiente de compacidad (kc) del barranco Tumino II y III</i>	46
Tabla 15 <i>Cotas relevantes del barranco Tumino II</i>	49
Tabla 16 <i>Pendiente y longitud del barranco Tumino II</i>	49

Índice de figuras

Figura 1	<i>Ubicación del barranco Tumino.</i>	28
Figura 2	<i>Curva hipsométrica.</i>	34
Figura 3	<i>Identificación de efluentes.</i>	36
Figura 4	<i>Tipos de efluentes identificados.</i>	37
Figura 5	<i>Tipos de efluentes identificados en la categoría A.</i>	37
Figura 6	<i>Tipos de efluentes identificados en la categoría B.</i>	38
Figura 7	<i>Tipos de efluentes identificados en la categoría C.</i>	38
Figura 8	<i>Tipos de efluentes identificados en la categoría D.</i>	39
Figura 9	<i>Tipos de efluentes identificados en la categoría E.</i>	39
Figura 10	<i>Caracterización de efluentes pluviales identificados.</i>	40
Figura 11	<i>Colectores pluviales que son dirigidos hacia el barranco.</i>	41
Figura 12	<i>Caracterización de aguas de origen domésticos identificados.</i>	41
Figura 13	<i>Conexión de aguas grises hacia el barranco.</i>	42
Figura 14	<i>Superficie proyectada del barranco Tumino II y III.</i>	45
Figura 15	<i>Mapa de pendientes del barranco Tumino II y III.</i>	47
Figura 16	<i>Clasificación de la pendiente, barranco Tumino II.</i>	47
Figura 17	<i>Curva hipsométrica de barranco Tumino II.</i>	48
Figura 18	<i>Histograma de frecuencias altímetras de barranco Tumino II.</i>	48
Figura 19	<i>Ubicación de aporte de efluentes del barranco Tumino II y III.</i>	49
Figura 20	<i>Perfil longitudinal del efluente Tumino.</i>	50
Figura 21	<i>Jerarquía de la red de drenaje del efluente Tumino.</i>	51
Figura 22	<i>Vista de perfil de medida de corrección del efluente Tumino "A".</i>	53
Figura 23	<i>Vista de perfil de medida de corrección del efluente Tumino "B".</i>	53
Figura 24	<i>Vista del lecho del efluente Tumino.</i>	54
Figura 25	<i>Vista de zonas con abundante residuos sólidos del barranco Tumino.</i>	55
Figura 26	<i>Mapa de ubicación.</i>	64
Figura 27	<i>Mapa general del proyecto.</i>	64
Figura 28	<i>Mapa de caracterización de efluentes.</i>	65
Figura 29	<i>Mapa de caracterización de efluentes – Categoría A.</i>	65
Figura 30	<i>Mapa de caracterización de efluentes – Categoría B.</i>	66
Figura 31	<i>Mapa de caracterización de efluentes – Categoría C.</i>	66
Figura 32	<i>Mapa de caracterización de efluentes – Categoría D.</i>	67
Figura 33	<i>Mapa de caracterización de efluentes – Categoría E.</i>	67
Figura 34	<i>Superficie proyectada del barranco Tumino II y III.</i>	68
Figura 35	<i>Jr. Coronel Bardales verificando la existencia de efluentes.</i>	70

Figura 36	<i>Tesista al interior del barranco identificando la estabilidad de taludes.</i>	70
Figura 37	<i>Confluencia de los efluentes del barranco Tumino II y III.</i>	70
Figura 38	<i>Restos de plásticos que usaron los vecinos para cubrir el talud.</i>	71
Figura 39	<i>Ladera del barranco en proceso de derrumbe por acción de la humedad...</i>	71
Figura 40	<i>Vertimientos de tuberías de 6" generando erosión.</i>	71
Figura 41	<i>Jr mariano Orbe verificando la existencia de efluentes.</i>	72
Figura 42	<i>Socializando la problemática del barranco Tumino.</i>	72
Figura 43	<i>Registro de las condiciones del talud y pendiente.</i>	73
Figura 44	<i>Verificación de la pendiente y el estado del talud paralelo al Jr. Callao.</i>	73
Figura 45	<i>Conexión de aguas de origen doméstico mediante tuberías de PVC.</i>	73
Figura 46	<i>Conexión de aguas de origen doméstico en tuberías de PVC.</i>	74
Figura 47	<i>Pared de concreto en el bode del barranco con riesgo de colapsar.</i>	74
Figura 48	<i>Vivienda en la parte superior del talud con alto Riesgo de derrumbe.</i>	75
Figura 49	<i>Talud vertical con cobertura de bambú en la parte superior.</i>	75
Figura 50	<i>Vivienda colapsada en la parte norte del barranco.</i>	76
Figura 51	<i>Vista del efluente Tumino.</i>	76
Figura 52	<i>Vertimiento de aguas residuales domesticas en la ladera del barranco.</i>	77
Figura 53	<i>Conexión mixta domiciliaria hacia el barranco.</i>	77
Figura 54	<i>Conexiones de aguas grises y de aguas negras.</i>	78

RESUMEN

Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020

En el presente estudio, se caracteriza los vertimientos de efluentes en la depresión geográfica denominada barranco Tumino, se determina su morfometría básica a fin de proponer medidas para la gestión integral del barranco. En la caracterización de efluentes se verificó 203 vertimientos, el 34 % son de origen doméstico y el 66 % son de origen municipal. De la característica de los vertimientos de origen domestico el 45 % de los vertimientos son aguas negras y el 55 % son del tipo aguas grises, que corresponden a las conexiones domiciliarias hacia el barranco dispuestas en tuberías plásticas de diámetros de 4 y 6 pulgadas que en algunos casos son conexiones mixtas. De la característica de la estructura para los vertimientos de origen pluvial el 63% de casos dispone mediante estructuras de concreto y el 33 % lo hace mediante tuberías de PVC y el 4 % de los casos corresponden a las cunetas municipales pertenecientes a la red de drenaje pluvial. De las características morfométricas del barranco Tumino II; se encuentra entre las cotas 820 a 882 msnm, tiene un área ecológica de 26,33 hectáreas y 2,1 kilómetros de perímetro con un efluente de 0,28 kilómetros de longitud, con un coeficiente de compacidad de 1.17 que califica como oval redonda, el barranco presenta una pendiente media del 2 % y el efluente una pendiente de 11 % con una jerarquía que sigue un patrón dendrítico formado por afluentes de primer orden; el 52 % del barranco están entre las cotas de 840 a 845 msnm y la curva hipsométrica revela una curva típica para ríos jóvenes en formación con gran potencial erosivo; se propone medidas con enfoque preventivo y correctivo para el manejo de efluentes y control de la erosión.

Palabras clave: *Morfometría, saneamiento ambiental, efluentes, aguas residuales, barranco Tumino.*

ABSTRACT

Effluent characterization and basic morphometry of the geographical depression called Tumino ravine, Moyobamba 2020

This study characterizes the effluent discharges in the geographical depression known as Tumino ravine and determines its basic morphometry in order to propose measures for the integrated management of the ravine. In the characterization of effluents, 203 discharges were identified, 34% of which are of domestic origin and 66% of which are of municipal origin. Of the domestic wastewater discharges, 45% of the discharges are black water and 55% are gray water, which correspond to household connections to the gully through plastic pipes with diameters of 4 and 6 inches, which in some cases are mixed connections. Regarding the characteristics of the structure for rainwater discharges, 63% of the cases have concrete structures and 33% have PVC pipes, and 4% of the cases correspond to municipal ditches belonging to the rainwater drainage network. In terms of the morphometric characteristics of the Tumino II ravine, it is located between 820 and 882 meters above sea level, has an ecological area of 26.33 hectares and a perimeter of 2.1 kilometers with an effluent of 0.28 kilometers in length, with a compactness coefficient of 1. The gully has an average slope of 2% and the effluent has a slope of 11% with a hierarchy that follows a dendritic pattern formed by first order tributaries; 52% of the gully is between 840 and 845 meters above sea level and the hypsometric curve reveals a typical curve for young rivers in formation with great erosive potential. The project proposes preventive and corrective measures for effluent management and erosion control.

Keywords: Morphometry, environmental sanitation, effluents, wastewater, Tumino ravine.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El asentamiento de ciudades en diferentes partes del mundo desafía la geografía del terreno debido a la gran capacidad del hombre para modificar su entorno tanto como sea su imaginación, gracias al avance de la ciencia y la investigación es que hay suficiente conocimiento para desafiar a la naturaleza y construir ciudades aun en los lugares más insólitos, tal es que en diferentes partes del mundo se encuentran ciudades que se asentaron sobre una configuración topográfica integrada por barrancos que forman parte de los procesos evolutivos geodinámicos o son generados por la erosión hídrica; ciudades como Loja en Ecuador, Santiago en Chile (Cáceres, 2020) o la ciudad de Guatemala (Cabrera, 2016), son ejemplos claros de ciudades cuya configuración está inserta con estas depresiones; este fenómeno también ocurre en el Perú, en ciudades como Arequipa, Cusco, Chachapoyas, en donde el casco urbano se ha ido adaptando a las configuraciones locales de la topografía del relieve; Moyobamba, también, se caracteriza por poseer en su casco urbano, estas depresiones denominadas barrancos, que le otorgan a la ciudad un valor característico, siendo parte de su patrimonio natural y cultural debido a que albergan especies de flora y fauna característica de esta zona del país, además del valor eco-ambiental ya que interviene en el clima, calidad del aire de la ciudad además de actuar como un mitigante de los impactos de la urbe sumidero de contaminantes, son algunos beneficios muy poco valorados que ofrecen los barrancos; actualmente la propiedad y derechos están adscritos a la Municipalidad Provincial de Moyobamba (MPM) y se los fragmenta mediante rellenos, (creando impactos sobre las flora, fauna) modificando su estructura morfométrica natural, además de usarlos como botaderos, desviación de aguas residuales tanto domesticas como municipales; urge información que descubra las potencialidades y limitaciones del barranco Tumino a fin de cumplir con los propósitos y se desarrollen proyectos de bajo impacto ambiental pero alto beneficio social.

Problema general: ¿Las características de los efluentes y la morfometría del barranco Tumino nos permitirá proponer medidas para su gestión? Problemas específicos: ¿Cuáles serán las características de los efluentes vertidos en el barranco Tumino según la clasificación de la OEFA?; ¿Cuáles serán las características morfométricas del barranco Tumino?; ¿Existen posibles estrategias o soluciones viables para abordar la gestión de efluentes y la prevención de la erosión en el barranco Tumino?

Objetivo general: Determinar las características de los efluentes y la morfometría básica del barranco Tumino. Objetivos específicos: Caracterización de efluentes vertidos en el barranco Tumino, según la clasificación propuesta por OEFA; determinar las características morfométricas del barranco Tumino II y proponer medidas para el manejo de efluentes y control de erosión en el barranco Tumino II

Hipótesis General. Las características de los efluentes y la Morfometría básica del barranco Tumino permitirán tomar medidas adecuadas para su gestión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Zhicay, (2020) en su tesis doctoral realizada en Cuenca, Ecuador, se propuso investigar las características morfométricas y el caudal de la microcuenca del río San Francisco, ubicada en el cantón Gualaceo. El estudio comenzó con la delimitación precisa de esta microcuenca, lo que permitió recopilar información crucial relacionada con su morfología. El objetivo principal era generar datos morfométricos e hidrológicos que pudieran contribuir de manera significativa a la gestión y conservación de los recursos hídricos en la región. Para lograr sus objetivos, Zhicay utilizó una combinación de herramientas y metodologías. Empleó cartografía base a una escala de 1:50,000 y aprovechó los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para calcular una serie de parámetros clave, que incluyen el área, el perímetro, el ancho, la pendiente, entre otros aspectos relevantes. Además, abordó la tarea de rellenar datos faltantes mediante el uso de técnicas de regresión lineal, y para validar los datos recopilados, aplicó pruebas de rachas y curvas de doble masa. Finalmente, este estudio se erige como un valioso aporte al entendimiento y manejo de la microcuenca del río San Francisco, brindando datos precisos y herramientas que pueden utilizarse en futuros proyectos de gestión hídrica y conservación ambiental en la región.

Fernández et al. (2018) en su investigación en el Valle de Yanhuitlán, Oaxaca, México, con el objetivo principal de analizar cómo la erosión afectaba y modelaba diferentes tipos de litologías, así como calcular la tasa de pérdida en volumen y masa en tres litologías distintas. Los resultados de la investigación señalaron que las variaciones en la erodabilidad de las tres litologías presentes en la cuenca estudiada influyeron de manera significativa en la configuración de los procesos erosivos. Los resultados expresaron diferencias que se manifestaron en la densidad y profundidad de disección, la formación de microcuencas de captación y las longitudes de los escurrimientos, así como en las tasas de erosión específicas para cada tipo de litología. Estos hallazgos subrayaron la importancia de considerar las características litológicas locales al abordar problemas de erosión y modelado del paisaje, ya que cada litología pudo exhibir un comportamiento erosivo característico y requirió enfoques de manejo específicos.

Kempena et al., (2017) en su investigación Realizada en la república del Congo, África, mediante un análisis exhaustivo de la erosión hídrica en la región. Este estudio se basó en el procesamiento e interpretación de imágenes tipo Landsat y Radar SRTM, así como en datos recopilados a partir de levantamientos ingeniero-geológicos de la ciudad. El resultado principal de esta investigación fue la creación de un completo mapa de inventario de los diferentes tipos de erosión hídrica presentes en la zona, lo que permitió un diagnóstico preciso del área estudiada. Utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG), se generaron mapas temáticos y un mapa de peligrosidad total. Como resultado de este enfoque, el autor llegó a la conclusión de que la aplicación de un método basado en un SIG posibilitó una categorización efectiva del nivel de peligrosidad en la ciudad de Brazzaville.

Baltazar, (2015) en su tesis realizada en Toluca, específicamente en el municipio de Zinacantepec, concluye que los estudios sobre procesos erosivos, en particular la formación de cárcavas debido a la erosión hídrica, revisten una gran importancia. Este fenómeno no solo afecta a la zona de estudio, sino que también se extiende a lo largo de toda la superficie que comprende el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (APFFNT), así como a otras áreas con características similares. Los resultados de esta investigación subrayan la necesidad de abordar de manera integral y urgente el problema de la erosión hídrica en estas regiones, ya que tiene un impacto significativo en la conservación del medio ambiente y la biodiversidad en el APFFNT y áreas comparables.

2.1.2. A nivel nacional

Aquino, (2019) en su tesis llevada a cabo en Cajamarca, tuvo como objetivo principal identificar cuencas hidrográficas en la Sierra de Piura que se ajustaran al principio de similitud de sistemas hidrológicos, caracterizadas por altitudes superiores a los 1500 metros y áreas comprendidas entre 20 y 200 kilómetros cuadrados. El estudio se basó en la utilización de parámetros adimensionales como indicadores de semejanza geométrica, cinemática y dinámica, con el fin de detectar sistemas hidrológicos similares. Los resultados revelaron la existencia de cuencas que se agruparon en tres formas predominantes: oval redonda (11%) dividida en dos grupos, oval oblonga (28%) distribuida en cuatro grupos, y oblonga alargada (2%) que conformó un solo grupo. Entre las cuencas identificadas, se seleccionó el sistema de origen de la microcuenca Río Cuevas y el sistema de destino de la microcuenca del Río Congona, ambos pertenecientes al mismo grupo (G.B3) de similitud hidrológica de la forma oval oblonga, para la aplicación de transferencia de información hidrológica. Este enfoque permitió

obtener una amplia gama de opciones en términos de periodos de vida útil (N), incertidumbre (J), periodo de retorno (Tr) y periodo de duración. Como resultado, se concluyó que el 41% de las cuencas hidrográficas en la Sierra de Piura cumplen con el principio de similitud de sistemas hidrológicos, lo que facilita el intercambio de información hidrológica entre ellas.

Meza et al., (2018) en su tesis, se enfocó en el cálculo y análisis de la morfometría de la red de drenaje en las microcuencas que abarcan las áreas de las cataratas Gocta, Chinata y Yumbilla-El Chido. Para lograrlo, aplicaron una serie de índices y parámetros que permitieron describir y comparar el comportamiento de estas microcuencas, así como sus características morfológicas y litológicas. Para llevar a cabo el modelado, emplearon herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el estudio de las tres microcuencas. Destacó que la microcuenca de Yumbilla-El Chido tiene la mayor superficie y perímetro, con valores de 147.2 km² y 67.1 km, respectivamente. Por otro lado, la microcuenca de Chinata se aproximó más a la forma circular en comparación con las otras dos, mientras que las microcuencas de Gocta y Yumbilla-El Chido mostraron una menor compacidad. También observó que la microcuenca de Gocta presentaba un mayor desarrollo fluvial, caracterizado por un orden de corriente de nivel cinco. Esto se confirmó mediante una relación de bifurcación promedio inferior a 3.3 y una alta densidad de drenaje, lo que indica una fuerte ramificación en su red de drenaje.

Oré, (2010) en su tesis, llevó a cabo una evaluación integral del modelo de elevación de terreno (MET) y los parámetros morfométricos aplicados al Parque Nacional Tingo María (PNTM). El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar estrategias efectivas de conservación y protección para las microcuencas que rodean esta área natural protegida. En cuanto a los parámetros morfométricos obtenidos para la microcuenca del Río Tres de Mayo, se destacan los siguientes resultados: un área de 50.74 kilómetros cuadrados, altitud máxima de 2055 metros sobre el nivel del mar y altitud mínima de 735 metros sobre el nivel del mar. La pendiente media de la microcuenca se registró en un 34.84%, mientras que la pendiente media del cauce principal fue de 9.813%. La forma de la microcuenca se calculó en 0.325, y la longitud del cauce principal se estimó en 5.703 kilómetros. El tiempo de concentración se determinó en 47.1 minutos, y el potencial de degradación se cuantificó en 2.097 toneladas métricas por año. Estos datos proporcionaron una base sólida para la formulación de estrategias de conservación y gestión en el entorno del Parque Nacional Tingo María, contribuyendo así a la protección de las valiosas microcuencas y recursos naturales en esta región.

2.1.3. A nivel local

Núñez, (2014) en su informe técnico N° A6646/INGEMET, llegó a la conclusión de que, tras la evaluación de antecedentes y una inspección en campo, se observa una aceleración significativa en los procesos de erosión en las cárcavas del sector de Barranco Tumino. La causa principal de este fenómeno radica en el aumento del escurrimiento superficial que fluye a través de la Quebrada Barranco Tumino, provocado por las precipitaciones pluviales, el drenaje pluvial y los sistemas de desagüe

Ruiz, (2012) en su tesis doctoral, aplicó el enfoque de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) junto con técnicas de Sistema de Información Geográfica (SIG) y teledetección para llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la interacción entre los factores clave que causan la erosión. Estos factores incluyen la erosividad de la lluvia (factor R), la erodabilidad del suelo (factor K), la topografía (factor LS), la cobertura vegetal (factor C) y las prácticas de conservación (factor P). Como resultado de esta investigación, se estimaron las pérdidas potenciales de suelo en la microcuenca de Rumiyacu, obteniéndose un promedio anual de 35.9 toneladas por hectárea, lo que representa una pérdida total de 25,334.63 toneladas por año. Se destaca que el 98% del área total de la microcuenca, equivalente a 691.65 hectáreas, presenta niveles de erosión que se mantienen por debajo de los límites considerados tolerables. Solo el 2% restante, correspondiente a 25.11 hectáreas, muestra problemas graves de erosión. Estos resultados proporcionan una visión detallada de la dinámica de erosión en la microcuenca de Rumiyacu, lo que puede servir como base para futuras estrategias de conservación y manejo sostenible del suelo en esta región.

Zapata, (2015) en su tesis resalta la preocupante situación de erosión en el Barranco Tumino, ubicado en el cruce del Jr. Alonso de Alvarado con el Jr. Coronel Bardalez, en la ciudad de Moyobamba. Este barranco se destaca como uno de los lugares más afectados por la erosión en la ciudad, mostrando niveles extremadamente altos de degradación del suelo. La falta de vegetación en esta área lo convierte en un lugar altamente vulnerable a los procesos erosivos. Destaca que los residentes locales utilizan el Barranco Tumino como un vertedero para sus residuos sólidos, y además, algunas viviendas cercanas descargan aguas residuales sin tratar directamente en el barranco. Esto se debe, en parte, a la topografía accidentada de la ciudad y al asentamiento de la población en áreas deprimidas, lo que ha generado dificultades para evacuar las aguas residuales hacia el sistema de alcantarillado público existente. Como solución a esta problemática, se han implementado pequeños sistemas de evacuación de aguas residuales, que en algunos casos desembocan en pozos sépticos y sistemas de

percolación. Lamentablemente, la falta de mantenimiento de estos sistemas ha llevado a su colapso, lo que resulta en la liberación directa de residuos líquidos al Barranco Tumino. Pone de manifiesto la necesidad urgente de abordar la erosión y la gestión de residuos en el Barranco Tumino, así como de implementar soluciones adecuadas para el manejo de aguas residuales en la zona.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Saneamiento Básico Ambiental

El saneamiento Ambiental. Es el conjunto de acciones de salud pública cuyo propósito principal es resguardar la integridad del entorno, preservando sus componentes y características naturales. (EcuRed, 2015). Estas prácticas incluyen métodos específicos para garantizar un manejo adecuado del suministro de agua potable, la gestión de aguas residuales, el tratamiento de desechos sólidos y la promoción de pautas higiénicas que reduzcan los riesgos de enfermedades y prevengan la contaminación ambiental (OPS, 2020).

Tratamiento de aguas residuales. Tratamiento primario: Involucra la eliminación de sólidos suspendidos y materia orgánica a través de procesos físicos, como la sedimentación. Tratamiento secundario: Utiliza procesos biológicos para eliminar la materia orgánica disuelta y otros contaminantes, a menudo mediante la acción de bacterias aeróbicas. Tratamiento terciario: Se centra en la eliminación de nutrientes, patógenos y contaminantes específicos, utilizando técnicas avanzadas como la filtración avanzada o la desinfección (Lander, 2020).

Aguas residuales domésticas. Se refiere a las aguas generadas en entornos residenciales y comerciales que contienen desechos biológicos y otros subproductos generados por la actividad humana, y que deben ser gestionadas y eliminadas de manera apropiada. (OEFA, 2014), (SUNASS, 2022).

Aguas residuales municipales. Son aguas residuales domésticas que, en ocasiones, pueden estar combinadas con aguas pluviales o aguas residuales industriales que han sido tratadas previamente, con el propósito de ser aceptadas en sistemas de alcantarillado que manejan una mezcla de estos tipos de agua (ANA, 2018).

Saneamiento Básico. Conjunto de medidas y actividades que tienen como objetivo satisfacer las necesidades fundamentales de las comunidades, proporcionando acceso a agua potable adecuada para el consumo humano y garantizando la disposición adecuada de desechos humanos, aguas residuales y residuos sólidos (EcuRed, 2015) (OPS, 2020).

El Saneamiento Básico Ambiental; es el conjunto de estrategias, métodos y medidas de carácter socioeconómico y técnico diseñados para asegurar la salud pública y mejorar gradualmente la calidad del entorno ambiental. Este enfoque implica mantener los componentes del medio ambiente, tanto aquellos naturales como los influenciados por la actividad humana, en un estado adecuado que proporcione un ambiente propicio para el bienestar y el desarrollo tanto a nivel individual como comunitario (EcuRed, 2015), (OPS, 2020).

2.2.2. Los modelos Digitales de Terreno (MDT)

Los Modelos Digitales de Terreno (MDT) son un componente esencial en cualquier representación digital de la superficie terrestre, y forman la base para una amplia variedad de aplicaciones en disciplinas como las ciencias de la Tierra, las ciencias ambientales y diversas ramas de la ingeniería.

Los MDT son una representación digital básica de la superficie de la tierra, a partir de estos modelos se desarrollan ciencias del estudio de la tierra ciencias ambientales o aplicaciones de diversas ingenierías. Estos archivos digitales son visualizados en software computacional y están constituidos por capas (RASTER), con características independientes de la superficie de la tierra, las cuales derivan de la capa de elevaciones llamada Modelo Digital de Elevaciones (MDE). En los MDT se pueden incluir diferentes variables cuantitativas regionales y se usan para el análisis estadísticos, Modelos climáticos, Modelos hidrológicos, Modelos de visibilidad (Sarría, 2007).

2.2.3. Morfometría

La morfometría estudia las características físicas e hidrográficas de una cuenca, como el drenaje, la pendiente, la forma, entre otras; estos parámetros agrupan estimaciones relacionadas con estudios hidrológicos ya sean para el aprovechamiento de los recursos o el control de los eventos que ocurren en ella; gracias a estos valores numéricos se puede conocer y comparar las cuestiones físicas de varias cuencas y comprender su característica hidrológica lo que permite tomar decisiones acertadas para su adecuada gestión (Cardona, 2015), (Alfonso et al., 2022).

2.2.4. Morfometría básica de una cuenca

La morfometría fundamental de una cuenca se refiere a la evaluación y medición de las propiedades geométricas de una cuenca hidrográfica. Este proceso implica la cuantificación de varias variables que proporcionan información sobre la configuración y dimensiones de la cuenca, lo cual es esencial para adquirir una comprensión más

profunda de su comportamiento en términos hidrológicos (Alfonso et al., 2022). Algunas de las medidas básicas utilizadas en la morfometría son las siguientes:

- Área de la cuenca: Esta medida se refiere al tamaño total de la extensión de la cuenca y suele expresarse en kilómetros cuadrados (km²) o hectáreas (ha).
- Perímetro de la cuenca: Se trata de la longitud completa de la línea que rodea la cuenca, también se mide en kilómetros (km).
- Longitud del cauce principal: Esta medida representa la distancia desde el punto de origen hasta la desembocadura del río principal que atraviesa la cuenca.
- Elevación máxima y mínima: Estos valores indican la altitud más alta y más baja que se encuentran dentro de los límites de la cuenca, expresados en metros (m) sobre el nivel del mar.
- Pendiente media: Se refiere a la pendiente promedio del terreno dentro de la cuenca y se expresa generalmente como un porcentaje o en grados.
- Coeficiente de forma: Este criterio se relaciona con la relación entre el contorno de la cuenca y su área, lo que proporciona información sobre su forma general.
- Densidad de drenaje: Este término hace referencia a la longitud total de todos los cursos de agua y ríos dentro de la cuenca en relación con su superficie.
- Orden de los cursos de agua: Los diferentes ríos y arroyos dentro de la cuenca se clasifican jerárquicamente según el sistema de Strahler o Horton, lo que indica su orden de tamaño y ramificación.
- Factor de forma: describe cuán alargada es la cuenca al dividir la longitud máxima de su curso principal de agua entre la longitud total de dicho curso.

La morfometría de cuencas es una herramienta esencial para la planificación y gestión de recursos hídricos, la hidrología, la predicción de inundaciones y la evaluación de impactos ambientales (Aguila y Mejía, 2021), (CEPAL, 2013).

2.2.5. Parámetros Asociados a la Forma de la Cuenca son:

Área (A), Perímetro (P), Longitud de la cuenca (L), Ancho de la cuenca (B), Factor de Forma de Horton (Kf), Coeficiente de compacidad (kc), Razón de Elongación (Re); Parámetros de relieve, Curva Hipsométrica, Pendiente media de la cuenca, Elevación media, Análisis hipsométrico, Parámetros relativos al drenaje, Orden de los cauces, Relación de bifurcación (Rb), Tiempo de concentración (LUX CARDONA, 2014), (Cardona, 2015), (Alfonso et al., 2022).

2.2.6. Caracterización Morfométrica

La caracterización de un área geográfica, para el desarrollo de proyectos, debe ser integral; los diversos aspectos como el comportamiento hidrológico, las condiciones biológicas, sociales, económicas forman parte de los elementos de estudio y se basan en la interpretación de la realidad (Anaya, 2012), (Alfonso et al., 2022).

La caracterización morfométrica consiste en la descripción de los elementos que tipifican un relieve, consiste en la cuantificación de las variables físicas que otorgan potencialidades o limitaciones a una determinada área geográfica, estas características son cuantificables mediante procedimientos deterministas o estocásticos. Las principales características morfométricas se relacionan con la curva hipsométrica en virtud de las elevaciones, las longitudes relacionadas con la pendiente de la cuenca y el cauce principal, longitud del drenaje sus órdenes y su densidad, áreas y divisiones naturales (Reyes et al., 2010), (Alfonso et al., 2022).

2.2.7. Barranco Tumino

Según el informe de Núñez, (2014), el Barranco Tumino es una característica topográfica que se encuentra en la parte oeste del área urbana de la provincia de Moyobamba, ubicada en coordenadas UTM 282080, 9332720 y 282350, 9332220. La elevación promedio en esta depresión geográfica es de aproximadamente 850 metros sobre el nivel del mar. Actualmente, esta área está registrada como propiedad de la Municipalidad Provincial de Moyobamba y se divide en cuatro predios identificadas como Barranco Tumino 01, Barranco Tumino 02 y Barranco Tumino 03 y 04,

Geología La estructura del barranco Tumino, están formadas por areniscas y arcillas principalmente, en la parte inferior predomina las arenas blancas con combinaciones de color amarillo, mientras tanto en la parte superior predomina las arcillas blancas y amarillentas; la disposición de estas afloramientos están en capas que no superan el metro de espesor se encuentran separadas por una fina capa rojiza de menos de 2 cm (Núñez, 2014).

Geomorfología. El Barranco Tumino, desde una perspectiva geomorfológica, se forma a medida que se abre paso a través de una llanura que ha sido esculpida por los efectos erosivos de los afluentes que han dado forma a los barrancos que distinguen el paisaje de la ciudad de Moyobamba; En el barranco Tumino, los procesos de erosión de laderas se manifiestan en forma de surcos y cárcavas, provocado por los procesos de escorrentía y arroyada; estos procesos ocurren mediante una dinámica que empieza formando delgados canales, con una profundidad inferior al centímetro, que se abren

paso a través de la pendiente profundizándose, por más de 22 metros, a medida que crecen longitudinalmente; estos procesos erosivos se intensifican con las precipitaciones que arrastran las partículas de arenas y arcillas sueltas favorecidas por la pendiente excavando y arrastrando todos los materiales sueltos a su paso; los socavamientos producidos por este proceso erosivo se amplían por más de 40 metros en dirección opuesta al movimiento, este fenómeno sumado a la urbanización contigua al barranco, ha puesto de manifiesto la afectación de las viviendas y amenaza con afectar las calles de la ciudad (Núñez, 2014).

Estructura erosiva del barranco Tumino:

- Bordes con una estructura integrada por rocas suaves y arenas inconsolidadas en la parte baja y arcillas que ofrecen mayor resistencia a la erosión en la parte superior, esta característica genera socavamientos provocando derrumbes de grandes volúmenes de masas de tierra, rocas y todo lo que haya en su superficie.
- Pendiente fuerte en las márgenes del efluente Tumino, que alcanza ángulos mayores a sesenta grados.
- Saturación del terreno que ocurre producto de la inadecuada disposición de las aguas residuales domesticas de las viviendas que rodean al barranco.
- Aumento de caudales debido a las precipitaciones que reúnen el agua en la red de cunetas, canales y alcantarillado mixto, que son dispuestas en el cauce del barranco.
- Socavamiento de la base del talud, provocado por el aumento de caudales que se intensifica durante la estación lluviosa.
- Eliminación de la cobertura vegetal, lo que provoca que el agua pluvial sature el suelo por infiltración.
- Urbanización inadecuada en el perímetro y áreas inestables del barranco como es el caso del sector Keyko Sofía.

2.2.8. Términos básicos usados

Barranco o acantilado. Se trata de una marcada variación en la topografía caracterizada por una pendiente abrupta y pronunciada que supera los 80 grados. Estas formaciones pueden surgir como resultado de movimientos tectónicos de la corteza terrestre, como las fallas, o debido a procesos erosivos intensos (Dávila Burga, 2011).

Caracterización. Proceso de identificar y describir minuciosamente las particularidades distintivas de una persona o cosa, de manera que se pueda destacar claramente su singularidad en comparación con otras (WordReference, 2019).

Curva hipsométrica. Es la representación gráfica que muestra el porcentaje de la superficie total de una cuenca que se encuentra por encima de una cota de elevación específica. (INGECIV, 2015).

Depresión. Región o área del relieve terrestre que se encuentra a un nivel más bajo que las áreas circundantes (Dávila Burga, 2011).

Geomorfometría. Disciplina se encarga de la medición y análisis de las formas de las características del relieve terrestre, así como de su origen y cambio a lo largo del tiempo. En esencia, constituye una rama de la geomorfología que se enfoca en enfoques cuantitativos (Dávila Burga, 2011).

Hipsometría. Técnica empleada para determinar las altitudes o mediciones altimétricas de las superficies terrestres. Esta tecnología es valiosa en la creación de mapas planimétricos, donde se representan las variaciones de altitud mediante la utilización de colores y símbolos específicos. Su funcionamiento se basa en la medición de la presión atmosférica (Dávila Burga, 2011).

Modelos Digitales de Elevación (MDE). Representación precisa y computarizada de las altitudes en relación con el nivel medio del mar. Estos modelos ofrecen una descripción detallada de las características del relieve y de los elementos que componen dicho terreno.

Ordenamiento urbano. También conocido como Acondicionamiento Urbano, se refiere a las responsabilidades de las autoridades locales en la promoción, formulación y ejecución de planes que regulan el desarrollo de áreas urbanas. Estos planes deben estar alineados con la Política Nacional del Ambiente y las regulaciones urbanísticas nacionales. El objetivo principal es asegurar un crecimiento planificado de las ciudades, considerando diversos usos del suelo, como zonas industriales, infraestructura sanitaria, instalaciones comerciales, de servicios y otros, todo ello en cumplimiento con la legislación vigente. Estos planes son evaluados teniendo en cuenta criterios socioeconómicos y ambientales (MINAM, 2012).

Topografía. Es tanto una disciplina científica como un arte que se dedica a representar, en un plano o mapa, los elementos y características del terreno presentes en una región específica de la superficie terrestre (Dávila Burga, 2011).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

3.1.1.1. Ubicación del Área de Estudio.

La zona de estudio se ubica:

País: Perú

Departamento: San Martín

Provincia: Moyobamba

Distrito: Moyobamba

Sector: Casco urbano al oeste de la ciudad de Moyobamba

Como se aprecia en la figura 1 la zona se ubica en el departamento de San Martín Provincia y Distrito de Moyobamba; Casco urbano al oeste de la ciudad de Moyobamba (ver anexo A).

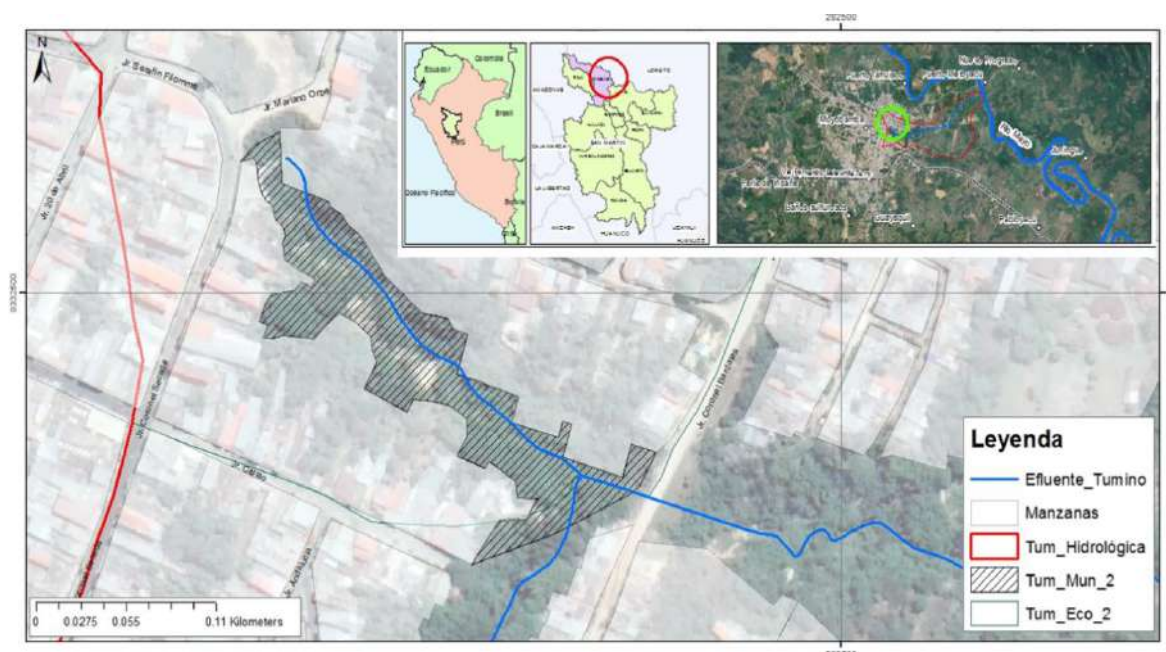


Figura 1

Ubicación del barranco Tumino.

3.1.1.2. Características generales del área de estudio.

Moyobamba, la primera urbe establecida por los españoles en la selva amazónica peruana, se encuentra a una altitud de 860 metros sobre el nivel del mar, ubicada en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes y en el valle del Alto Mayo. Su clima es

de tipo tropical lluvioso, semicálido y húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 14 °C como mínimo y los 30 °C como máximo, con una temperatura promedio de alrededor de 22 °C. Los suelos, originados por procesos geológicos, abarcan variedades como aluviales, coluviales, residuales y fluvio-aluviales. En la capa superficial, estos suelos presentan tonalidades rojizas, amarillentas y grisáceas, y a profundidades superiores a los 3 metros, la litología cambia hacia arenas limosas y arcillas arenosas (Núñez, 2014).

3.1.2 Periodo de ejecución

El periodo de ejecución corresponde a 8 meses contados a partir de la fecha de resolución de ejecución.

3.1.3 Autorizaciones y permisos

No aplica

3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Se consideraron las condiciones mínimas para las visitas a campo y aspectos relacionados con la interacción con las personas.

3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales

La ejecución de las actividades necesarias para llevar a cabo la investigación se llevó a cabo con el acuerdo informado de todas las partes que participaron en el estudio.

Se tomó las precauciones para minimizar los riesgos y garantizar la seguridad de los participantes en la medida de lo posible.

La información personal y los datos recopilados durante la investigación han sido tratados de manera confidencial y respetando la privacidad de los participantes. Se garantizó la confidencialidad de los datos la divulgación sin consentimiento o de manera inapropiada.

Todos los procedimientos se realizaron considerando la sostenibilidad de los recursos el respeto al entorno, el bien común y el respeto a los derechos de las personas.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

Variable independiente; Características de los efluentes y morfometría básica del barranco Tumino. Variable dependiente; Gestión del recurso.

Tabla 1*Caracterización de la variable correspondiente al objetivo 1*

Objetivo específico Nº 1: Caracterización de efluentes vertidos en el barranco Tumino, según la clasificación propuesta por OEFA

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Características de los efluentes	Aguas residuales de origen doméstico, industriales y municipales	Ficha de registro según clasificación OEFA	Cantidad de efluentes por dimensión

Tabla 2*Caracterización de la variable correspondiente al objetivo 2*

Objetivo específico Nº 2: Determinar las características morfométricas del barranco Tumino

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Características básicas morfométricas del barranco Tumino	Parámetros relativos al relieve drenaje y cobertura vegetal	Adimensional	Descriptiva - Mapas temático: hipsométrico, de drenaje y de riesgos de erosión

Tabla 3

Caracterización de la variable correspondiente al objetivo 3

Objetivo específico Nº 3: Medidas para el manejo de efluentes y control de erosión en el barranco Tumino

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Medidas para el manejo de efluentes y control de erosión en el barranco Tumino	Enfoque preventivo y correctivo para el manejo de efluentes y control de la erosión.	Adimensional	Propuesta

3.3 Procedimientos de la investigación

3.3.1 Objetivo específico 1

Caracterización de efluentes vertidos en el barranco Tumino, según la clasificación propuesta por OEFA

Para el cumplimiento de este objetivo el investigador realizó visitas de campo en donde haciendo uso de los medios de registro:

- Identificación de viviendas contiguas al barranco que tengan vertimientos al barranco cuyas características están tificadas en los medios de registro.
- Verificación y georeferenciación insitu de los efluentes del barranco.
- Identificación de la red de drenaje de gestión municipal
- Análisis y clasificación de los efluentes según la clasificación de la OEFA

3.3.2 Objetivo específico 2

Características morfométricas del barranco Tumino II

El procedimiento para el cumplimiento del segundo objetivo fue de la siguiente manera:

- Elaboración del modelo digital del terreno (MDT) del barranco, con base en las IGAC.
- Se procedió a la delimitación del barranco sobre el MDT.
- Esta delimitación se comparó y validó con la base cartográfica de la municipalidad provincial de Moyobamba.
- Se introdujo la red de drenaje natural del barranco.
- Se introdujo características adicionales como vías, y características de efluentes derivados del objetivo anterior.
- Se estimó mediante SIG cada una de las características morfométricas del barranco a fin de obtener sus correspondientes valores numéricos a fin de poder comparar la superficie del terreno.
- Generación de mapas temáticos con las características que destaquen los objetivos de la investigación.

Determinación de parámetros físicos del barranco

Área y perímetro ecológico: La delimitación hidrográfica se realizó siguiendo las reglas básicas:

- ✓ Considerando la divisoria de aguas o parte aguas definida por los puntos más altos del terreno.
- ✓ Los límites comienzan con un punto de concentración y se proyectan en líneas perpendiculares a las curvas de nivel.
- ✓ El parte aguas o divisoria de aguas no intercepta los cauces naturales.

Longitud del barranco. Medición en línea recta paralela al efluente Tumino, expresada en kilómetros.

Ancho del barranco. Medición que se relaciona con el área de drenaje del barranco y la longitud del mismo, expresado en kilómetros.

Determinación de parámetros de forma del barranco

Índice de compacidad. Valor adimensional que guarda una relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que posee la misma área que la cuenca. Se determina por la ecuación:

$$K_c = \frac{P_{cuenca}}{2\pi \left(\frac{A_{cuenca}}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca [km]

A: Área de la cuenca [km²]

Tabla 4

Parámetros descriptivos del índice de compacidad

Clave del índice	Categoría	Características
Kc1	Entre 1 a 1,25	Forma casi redonda a oval redonda
Kc2	Entre 1,25 a 1,5	Forma oval oblonga
Kc3	Mayores a 1,5	Forma oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Cardona, 2015).

Factor forma (Kf). Se define como la proporción entre el área (A) de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima (L). Este valor se determina con la ecuación:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Tabla 5

Parámetros descriptivos del factor forma

Clave del índice	Características
Valores menores que 1	Tienden a ser alargadas con baja susceptibilidad a las avenidas

Valores iguales a 1	Tendencia a cuadrada
Valores mayores que 1	Tienden a ser achatadas, tendencia a ocurrencia de avenidas

Fuente: (Cardona, 2015).

Características del relieve del barranco

Pendiente media del barranco. Es uno de las principales medidas que determina el relieve del barranco, este valor permite hacer comparaciones entre cuencas para diferenciar anomalías erosivas que se presentan en la superficie. Se determina mediante el método de Alvord cuya ecuación:

$$J = 100 * \frac{(\sum Li)(E)}{A}$$

Donde:

J = Pendiente media de la cuenca (%).

$\sum Li$ = Suma de las longitudes de las curvas de nivel (km).

E = Equidistancia entre curvas de desnivel (km).

A = Superficie de la cuenca (Km²)

Tabla 6

Característica de las cuencas de acuerdo con la pendiente

Pendiente media (%)	Tipo de relieve
Entre 0-3	Plano
Entre 3-7	Suave
Entre 7-12	Medianamente accidentado
Entre 12-20	Accidentado
Entre 20-35	Fuertemente accidentado
Entre 35-50	Muy fuertemente accidentado
Entre 50-75	Escarpado
Mayores a 75	Muy escarpado

La curva hipsométrica. La curva hipsométrica, que se muestra en la figura 2, es una representación gráfica que posibilita la descripción del relieve mediante la representación de las variaciones de altitud observadas en el Modelo Digital de Elevación (MDE) de una

cuenca, junto con la estimación acumulada de la superficie correspondiente a cada cota altitudinal. Este indicador proporciona información relevante para identificar el ciclo de erosión y la antigüedad en la evolución de la cuenca (RHydro, 2021).

Características del drenaje del barranco

Longitud del efluente (L). Es la medida del efluente Tumino, desde el punto de concentración hasta el extremo del mismo en kilómetros.

Perfil del cauce. Línea que dibuja al efluente desde su origen hasta su confluencia se simboliza gráficamente con una línea curva exponencial que en la cabecera y desembocadura debe tener una forma cóncava hacia arriba.

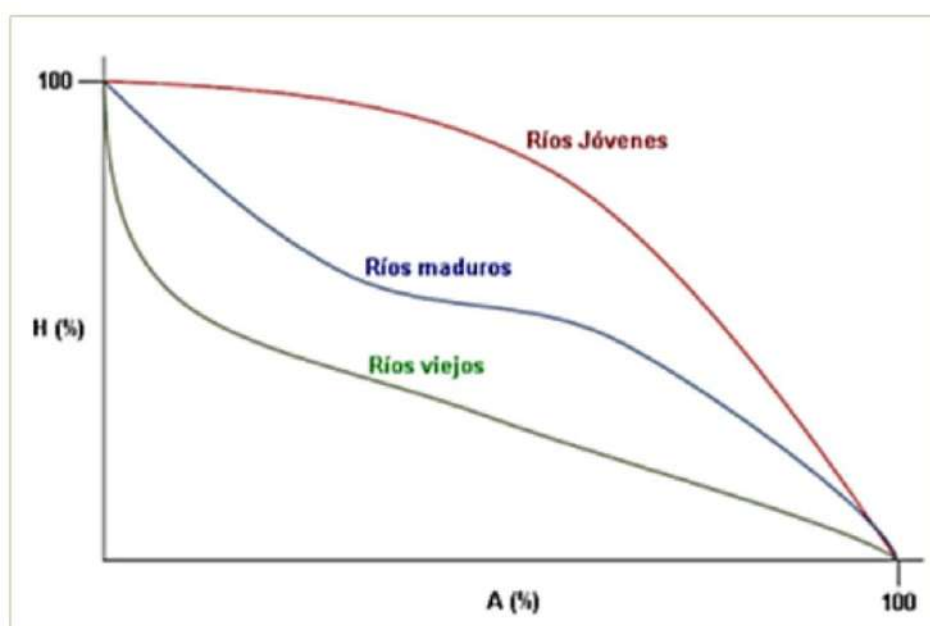


Figura 2

Curva hipsométrica.

Fuente: tomado de RHydro (2021).

3.3.3 Objeto específico 3

Medidas para el manejo de efluentes y control de erosión en el barranco Tumino

Para definir las propuestas para el manejo de los efluentes y el control de la erosión del barranco Tumino se propondrán medidas que su implementación serán significativas dadas las características morfométricas del barranco, estas medidas tendrán un enfoque preventivo y correctivo para el manejo de efluentes y control de la erosión.

3.4 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Par el objetivo específico 1, se realizó mediante estadística descriptiva relativa a los medios registros obtenidos en las visitas de campo, los resultados se materializo en mapas temáticos en donde se evidencie los hallazgos.

Para el objetivo específico 2, se aplicó rutinas específicas para cada dimensión descrito en la etapa del procedimiento haciendo uso de software específico para el tratamiento de datos geoespaciales (análisis GIS).

Para el objetivo específico 3, se hará además del análisis de los resultados de los objetivos uno y dos consultas a expertos complementada con revisión de libros, informes y manuales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de efluentes vertidos en el barranco Tumino, según la clasificación propuesta por OEFA

4.1.1. Identificación de efluentes

Los efluentes vertidos al barranco Tumino se cuantifican en 203 identificándose la mayoría de ellos en la margen izquierda del barranco; se registran vertidos domésticos y municipales, además de una inadecuada disposición aguas de lavado de ropa, autos, etc. vertidos mediante sistemas de tuberías de diferente diámetro hacia el barranco, afectando la integridad de los taludes inestables.

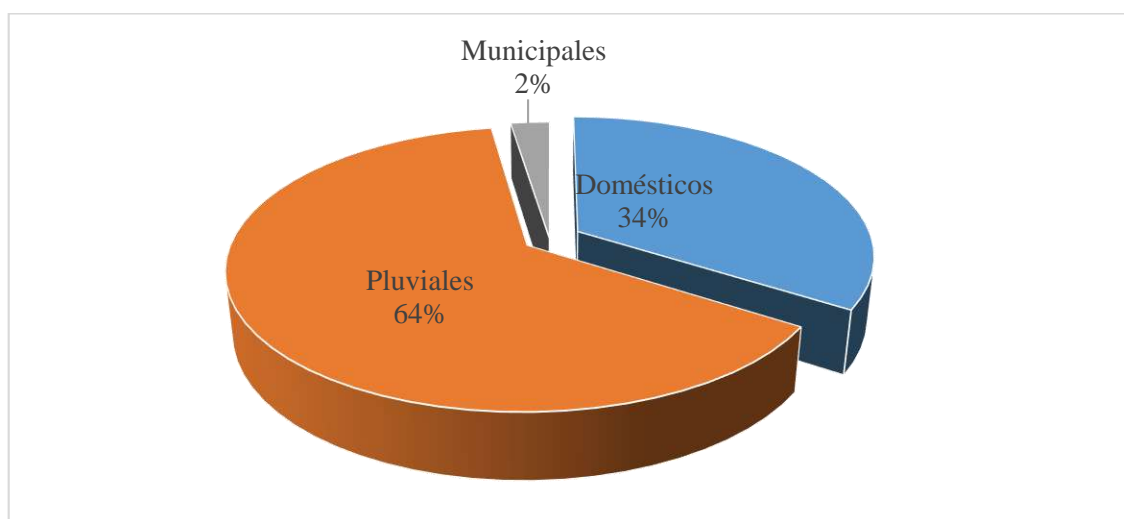


Figura 3

Identificación de efluentes.

Nota: Las fuentes de estos vertidos no tienen autorización y constituyen una amenaza para la estructura física del barranco debido a su inadecuada disposición por la precaria infraestructura técnica aplicada para su disposición.

La identificación de los efluentes según la clasificación definida por la OEFA son aquellas aguas usadas, de origen doméstico, Municipal e industrial; en los tipos de efluentes identificados en el barranco Tumino encontramos dos categorías domésticos y municipales, la categoría pluvial que agrupa aquellos originados por la precipitación, para este informe tienen una categoría independiente por su tipología mas no por su clasificación ver anexo C.

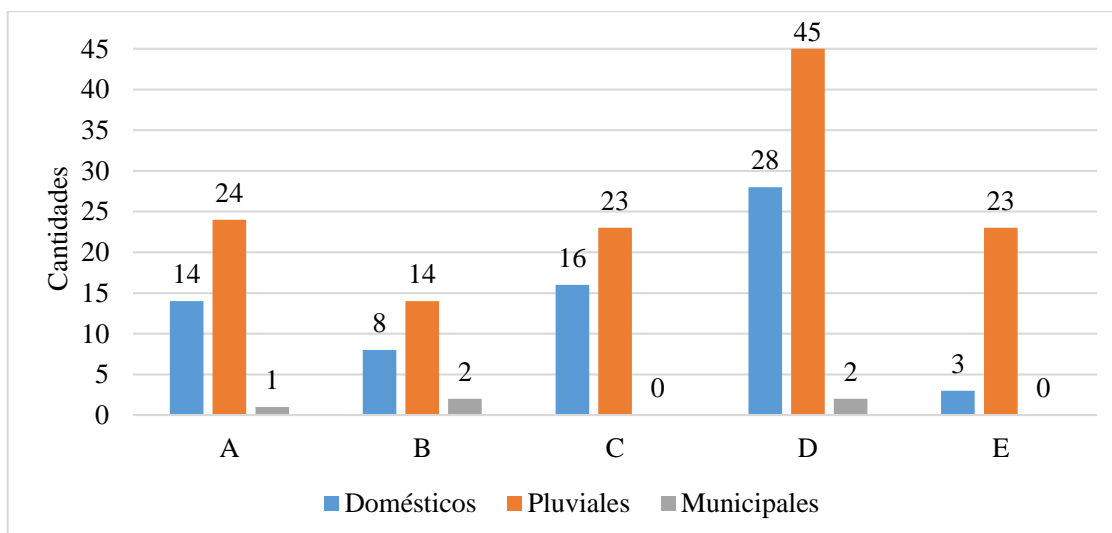


Figura 4

Tipos de efluentes identificados.

Nota. Los tipos de efluentes fueron identificados insitu y con la participación vecinal y vivientes colindantes.

La categoría A, corresponde a los jirones Jr. Mariano Orbe, Jr. Iquitos y Jr. Alonso de Alvarado correspondiente a la parte norte del barranco Tumino; se evidencia que los vertimientos residuales domésticos son considerables hacia el barranco, no se ubicaron alcantarillas municipales pero si existen vertimientos pluviales correspondientes a las aguas que se escurren de las calles casas y demás superficies y que son recolectadas por colectores pluviales y se integran a la red de alcantarillado pluvial o se evacuan hacia el barranco; ver figura 5 y anexo D.

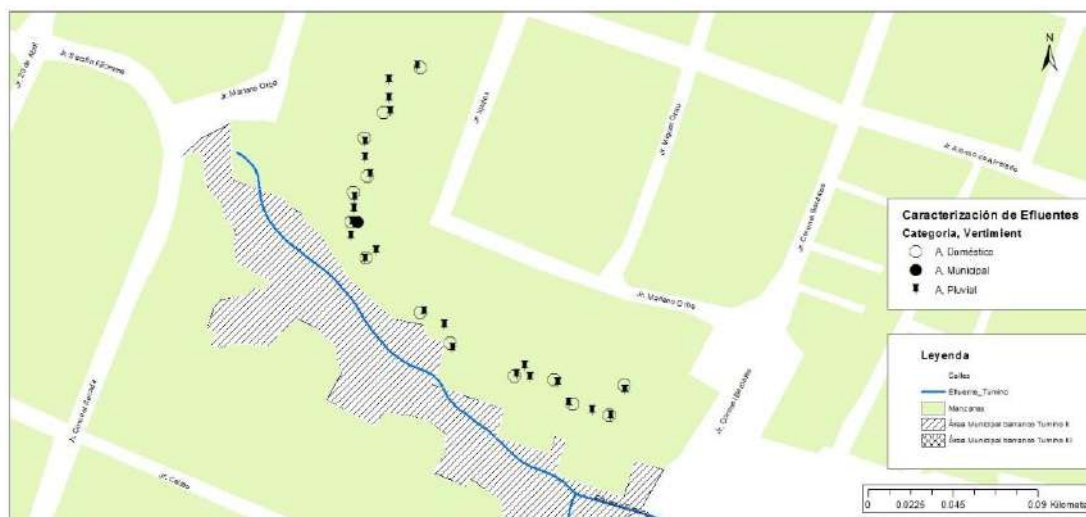


Figura 5

Tipos de efluentes identificados en la categoría A.

La categoría B, corresponde a la parte oeste o parte alta del barranco, entre los jirones Mariano Orbe y Coronel Secada; en este sector del barranco los vertimientos de origen domestico son menor, sin embargo el volumen de descarga es alto debido a que hay dos alcantarillas de aguas negras que desembocan en dicha zona, así mismo los

colectores pluviales que vienen de los jirones Coronel secada y jirón Alonso de Alvarado descargan en ese lugar; ver figura 6 y anexo E.

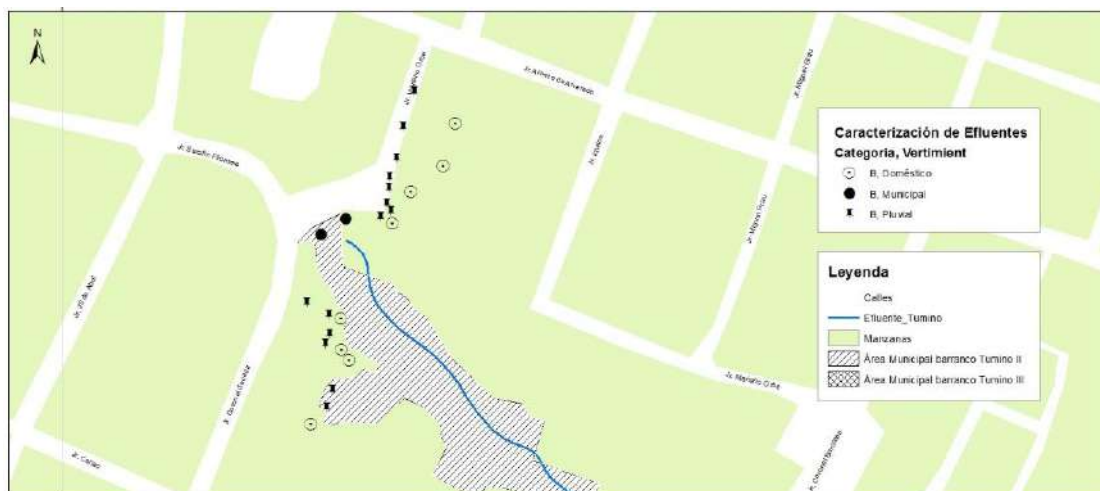


Figura 6

Tipos de efluentes identificados en la categoría B.

La categoría C, al sur del barranco, paralelo al Jr. Callao las descargas de origen domestico es alta mediante tuberías de PVC de 4 pulgadas (Ver fotografías 11 y 12 en anexo J) que han sido instaladas desde las viviendas hacia el barranco por los mismos pobladores contiguos al barranco, así mismo los colectores pluviales desembocan al final del Jr. Callao mediante un sistema de canal de concreto hacia el lecho del barranco; ver figura 7 y anexo F.

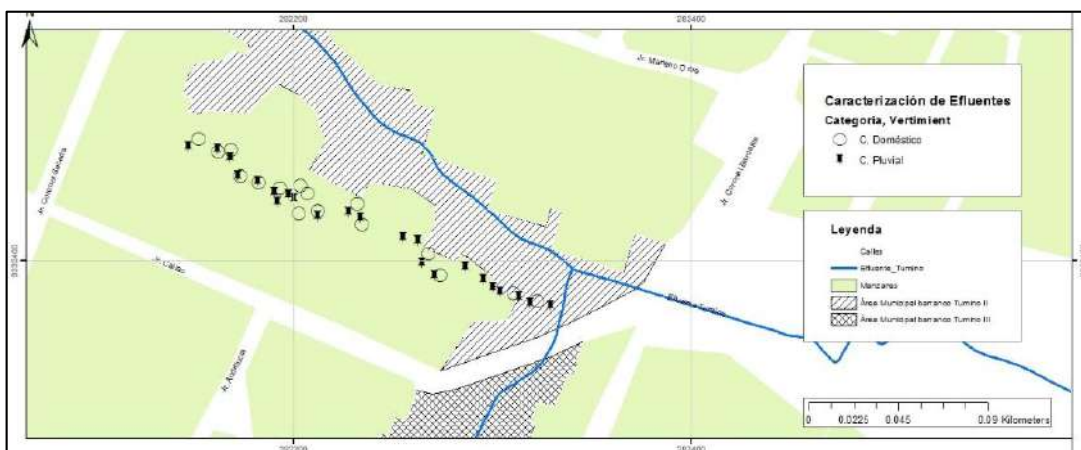


Figura 7

Tipos de efluentes identificados en la categoría C.

La categoría D, corresponde a los jirones Andalucía y Manuel del Águila, esta zona corresponde a la tercera división del barranco, denominado barranco Tumino tres, en esta zona se descargan aguas domesticas negras hacia el barranco, también gran volumen de descarga de aguas pluviales con y sin infraestructura correspondiente a los Jr. Cajamarca y parte del Jr, Manuel de Águila; ver figura 8 y anexo G.

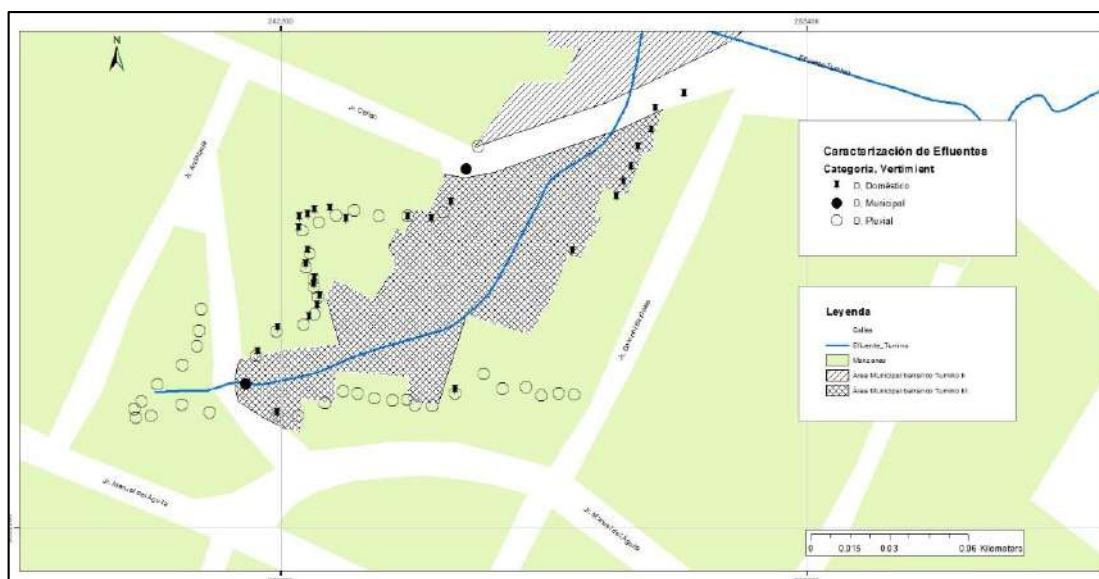


Figura 8
Tipos de efluentes identificados en la categoría D.

La categoría E, corresponde al jirón Coronel Bardales, en la parte este del barranco, en esta zona se identificó descargas de aguas domésticas por parte de los vecinos adyacentes al barranco y también descargas pluviales con y sin infraestructura; ver figura 9 y anexo H.

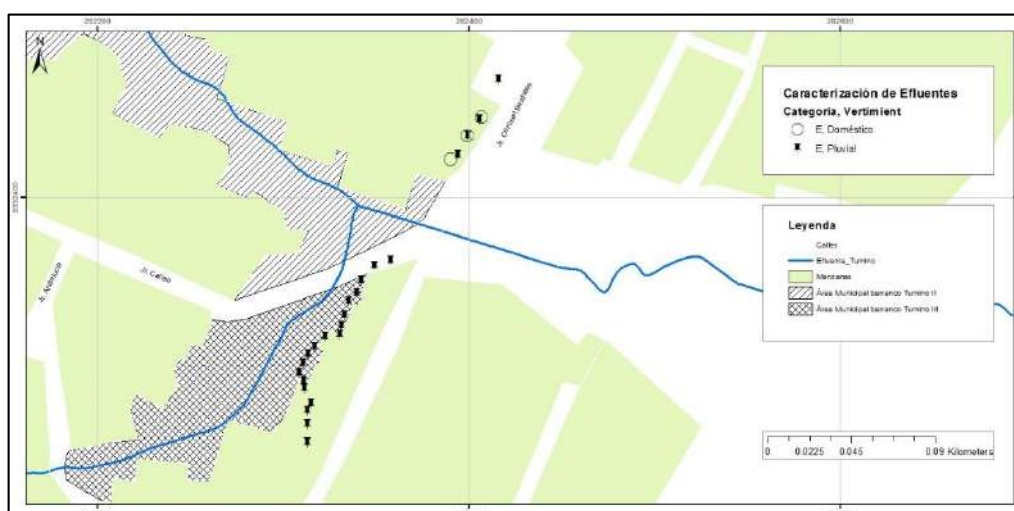


Figura 9
Tipos de efluentes identificados en la categoría E.

4.1.2. Efluentes de origen pluvial

Los efluentes de origen pluvial identificados tienen dos características; la primera que son o tienen infraestructura municipal como son los colectores adyacentes a las vías circundantes al barranco y que integran la red de alcantarillado municipal, la segunda característica es de origen domiciliario, que o bien tiene infraestructura de concreto y son canalizaciones o entubados internos y externos a las casas que direccionan las aguas

pluviales hacia el barranco, las peculiaridades de este tipo de efluente se muestra en la figura 10.

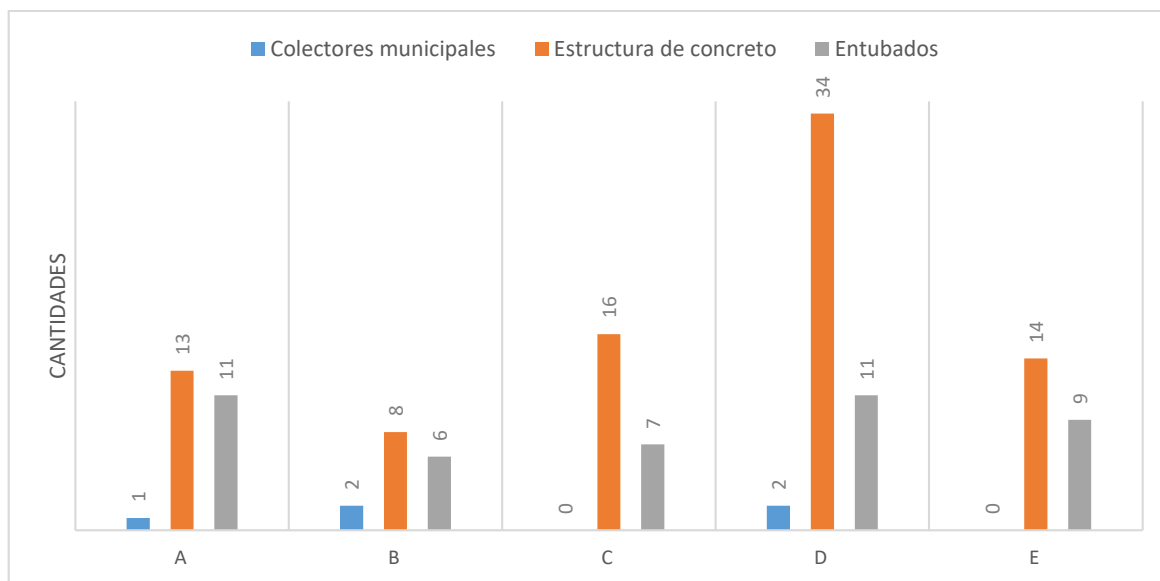


Figura 10

Caracterización de efluentes pluviales identificados.

Nota. La caracterización de vertimientos pluviales se verificó en un recorrido a las calles circundantes, con la participación de los colindantes al barranco

Los efluentes que recogen el agua después de las lluvias por medio de colectores municipales que son integrados a la red de alcantarillado municipal no están instalados adecuadamente en todas las calles por falta de pavimentación, de manera que en ausencia se improvisa la canalización artesanalmente en función de la pendiente (ver figura 11), esto se evidencia en los jirones Mariano Orbe al oeste y coronel Bardales al este del barranco y que coinciden con la proyección de las mismas mediante el relleno de estas vías y que no se han pavimentado aún, Ver anexo C.

La categoría estructura de concreto son características que se han hecho de manera artesanal para salvaguardar de la erosión del agua para que no afecte a los inmuebles, estos son entubados y dirigidos hacia el barranco, en algunos casos de manera superficial en algunos tramos.

En cuanto a la categoría entubados corresponden a aquellas viviendas que colindan con el barranco y que por la pendiente es difícil conectar las aguas pluviales hacia la red de aguas pluviales y que dirigen dichas efluente mediante tuberías combinadas con aguas grises en algunos casos y/o aguas negras hacia el barranco (ver fotografía 19 en anexo J), se prevé que dichas conexiones no cuentan con el conocimiento municipal debido a que no ha habido aun un acercamiento entre las partes para dar desarrollar de manera integrada la gestión de estos efluentes.



Figura 11
Colectores pluviales que son dirigidos hacia el barranco.

4.1.3. Efluentes de origen doméstico

Los efluentes de origen doméstico identificados tienen dos clasificaciones; aguas grises, referentes a todos aquellos vertimientos que proceden de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora y se destacan por su alto contenido de jabón, grasas y factiblemente fosfatos; aguas negras, que provienen del inodoro y transportan orina y heces las características de este efluente se muestran en la figura 12.

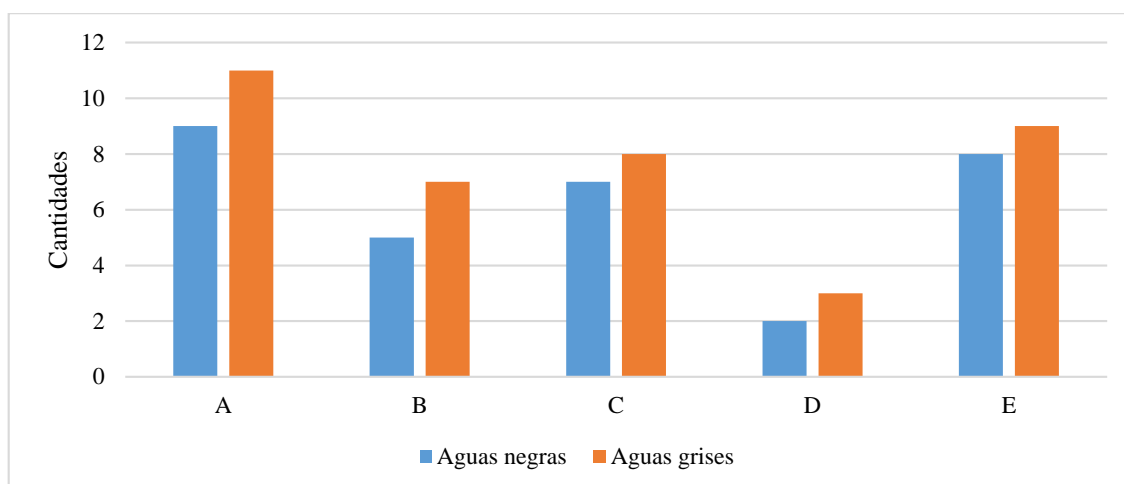


Figura 12
Caracterización de aguas de origen domésticos identificados.

Nota. La cuantificación de esta categoría es aproximada principalmente porque los vecinos muestran recelo en declarar sus conexiones además no se ha generado información sobre estas conexiones por parte de la municipalidad.

Las conexiones tanto de aguas grises y de aguas negras provenientes de los vecinos adyacentes al barranco son aquellos que no tienen conexión domiciliaria a la red de

desagüe de la ciudad debido a la pendiente, en algunos casos se ha construido pozos de infiltración o pozos séptico y en los demás casos se han entubado hacia la sima del barranco por donde discurre en favor de la pendiente; ver anexo C y fotografía 20 en anexo J.



Figura 13

Conexión de aguas grises hacia el barranco.

Nota. Conexión que vierte aguas grises y pluviales hasta el barranco en un tubo de PVC de "4", algunas conexiones no desembocan en el lecho del efluente Tumino por lo que incrementan la erosión y la estabilidad de taludes.

4.1.4. Efluentes de origen industrial

Para esta clasificación de efluentes no se registran incidencias debido a que no se han identificado procesos con esta categoría en el área de estudio.

4.2 Determinar las características morfométricas del barranco Tumino II

Las características morfométricas básicas del barranco Tumino II plantean la caracterización bajo el enfoque de cuencas, incluye datos relativos al tamaño, el perímetro, su ancho y declive longitudinal, jerarquización de la red de drenaje y otros parámetros de relieve y medidas relacionadas con la forma, hipsometría y coeficiente de Gravelius. Todos los parámetros fueron obtenidos mediante procesamiento geoespacial rutinas con asistencia de Software GIS (Desktop ArcGis).

4.2.1. Parámetros generales del barranco Tumino

Los parámetros generales del barranco Tumino corresponden a aquellas características básicas que describen aquellos aspectos que son relevantes y esenciales para el análisis de los datos morfométricos del área de estudio. En la tabla 4, se muestra los valores de estos parámetros generales, computados del barranco Tumino.

Tabla 7
Parámetros morfométricos generales barranco Tumino

Parámetros	Valores	Unidades
Área (A)	304,81	Hectáreas
Perímetro (P)	9,4	kilómetros
Longitud del cauce principal (L)	3,79	kilómetros
Longitud axial de la cuenca (La)	3,4	kilómetros
Ancho de la cuenca (W)	1,28	kilómetros
Altura máxima (HM)	882	m.s.n.m.
Altura mínima (Hm)	808	m.s.n.m.
Altura media de la cuenca (Am)	841	m.s.n.m.
Desnivel altitudinal (DA)	74	m.s.n.m.
Longitud total de la red hídrica	4,3	kilómetros

Nota. Los cálculos obtenidos derivan de aproximaciones SIG. La altitud referencia para determinar el gradiente altitudinal y el MDE se obtuvieron del expediente técnico "Creación de la interconexión vial en el Jr. Coronel Bardales cuadra 06, entre el Jr. Alonso de Alvarado y prolongación Manuel del Águila, barrio de Calvario en la ciudad de Moyobamba, provincia de Moyobamba – San Martín"

El barranco Tumino tiene un área GIS de 304,81 hectáreas y según la clasificación se identifica como una cuenca pequeña o microcuenca; el perímetro de esta unidad hidrográfica tiene 9,4 kilómetros, un cauce principal de 3,79 kilómetros y una altura media de 841 msnm. La delimitación del área y subsecuente perímetro del barranco sigue los criterios de delimitación de cuencas siguiendo la divisoria de aguas desde la formación hasta la confluencia en el río Mayo; y de igual manera el efluente Tumino se considera desde su formación en la parte alta (Jr. Mariano Orbe) hasta la confluencia aguas abajo expresada en kilómetros.

4.2.2. Parámetros generales del barranco Tumino II

Los parámetros generales del barranco Tumino II corresponden a aquellas características básicas que describen el área de estudio propia de este proyecto, son

esenciales para el análisis de los demás datos morfométricos, cuyos resultados se muestran en la tabla 8.

Tabla 8
Parámetros generales barranco Tumino II

Parámetros	Ecológicos	Municipal
Área (A)	0,263365 km ²	0,012612 km ²
Perímetro (P)	2,11987 km	1,053631 km
Longitud del cauce principal (L)	0,276353 km	0,276353 km
Longitud axial de la cuenca (La)	0,764643 km	0,300973 km
Ancho de la cuenca (W)	0,387029 km	0,055016 km
Altura máxima (HM)	882 msnm	882 msnm
Altura mínima (Hm)	820 msnm	820 msnm
Altura media del barranco (Am)	851 msnm	851 msnm
Desnivel altitudinal (DA)	062 msnm	062 msnm
Longitud total de la red hídrica	4,3 km	

Nota. Los cálculos obtenidos derivan de aproximaciones SIG, los datos obtenidos del criterio "Ecológico" corresponden a los datos calculados a partir de la divisoria de aguas naturales y los datos obtenidos del criterio "Municipal" se calcularon a partir del polígono vectorial proporcionado por el área de Gestión Ambiental de la MPM. Para la referencia de la altitud se consideró el expediente técnico "Creación de la interconexión vial en el Jr. Coronel Bardales cuadra 06, entre el Jr. Alonso de Alvarado y prolongación Manuel del Águila, barrio de Calvario en la ciudad de Moyobamba, provincia de Moyobamba – San Martín" proporcionado por el área de infraestructura de la MPM.

El barranco Tumino II en el criterio "ecológico" tiene un área GIS aproximada de 26.3 has se considera una "microcuenca", un perímetro de 2,1 kilómetros, un cauce principal de 0,28 kilómetros y una altura media de 851 msnm. En el criterio "Municipal" el barranco Tumino II tiene un área de 1,26 has, con un perímetro de 1,05 km, un cauce principal de 0,28 kilómetros y una altura media de 851 msnm.

4.2.3. Parámetros relacionados a la forma del barranco Tumino II

Tabla 9
Superficie proyectada del barranco Tumino II y III

Superficie	Tumino II	Tumino III
Municipal	1,26 (ha)	0,56 (ha)
Ecológica	26,34 (ha)	11,80 (ha)

Nota: La superficie ecológica corresponde a la superficie proyectada en el plano horizontal cuya delimitación corresponde al vector del perímetro. La superficie municipal corresponde al vector catastral de los predios municipales, ver figura 14 y anexo K Superficie proyectada del barranco Tumino II y III

La delimitación del área del barranco se obtuvo bajo los criterios de aproximación altitudinal en sistemas GIS, desde su formación en la parte alta en el Jr. Independencia con Varacadillo hasta la parte baja en el Jr. Coronel Bardales

Tabla 10*Longitud del contorno del barranco Tumino II y III*

Longitud	Tumino II	Tumino III
Municipal	1,05 (km)	0,55 (km)
Ecológica	2,12 (km)	1,53 (km)

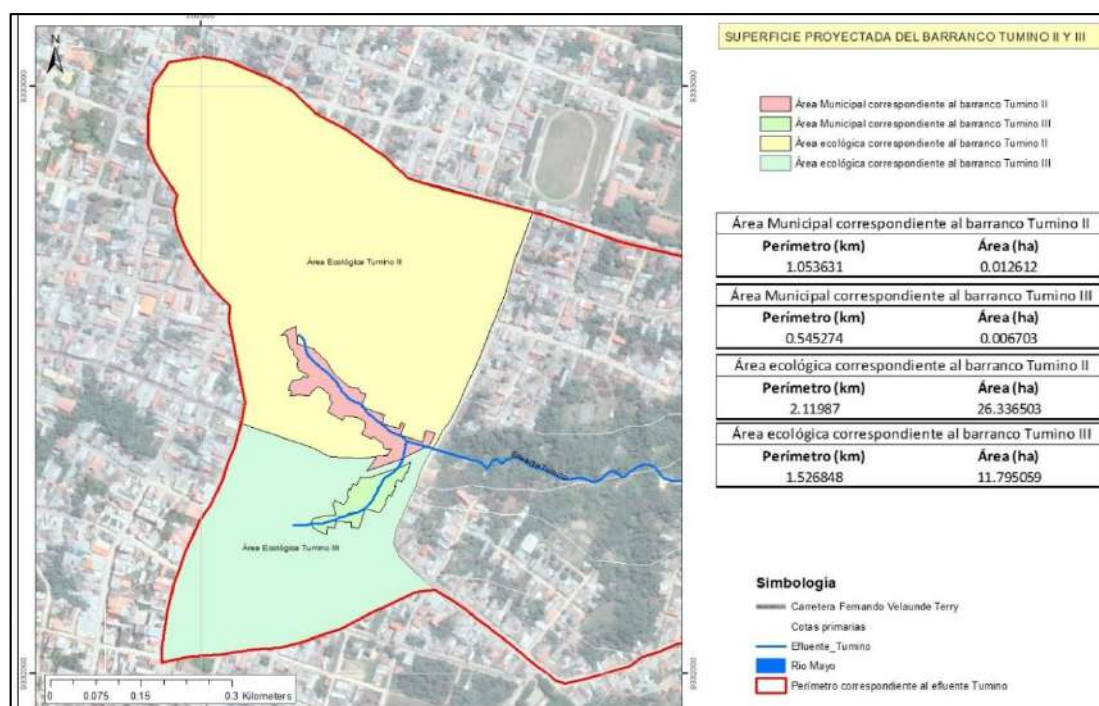
Nota: La longitud ecológica corresponde al perímetro proyectado de la divisoria de aguas que dan origen al barranco. La longitud municipal corresponde al vector catastral de los predios municipales.

La forma de este criterio físico expresa, la forma de la cuenca que a su vez permite analizar otras variables relacionadas con las precipitaciones y los efluentes.

Tabla 11*Longitud (L) del barranco Tumino II y III*

Criterio	Tumino II	Tumino III
Municipal	301,97 (m)	173,20 (m)
Ecológica	771,47 (m)	544,55 (m)

Nota: La longitud se describe como una línea recta paralela al vector del efluente Tumino.

**Figura 14***Superficie proyectada del barranco Tumino II y III.*

Nota: La proyección horizontal del barranco muestra el sistema de drenaje que recoge todas las escorrentías producto de la precipitación y los efluentes vertidos en el origen de la red de drenaje en la parte alta y el punto de acumulación en la parte más baja que corresponde a la proyección de la vía del Jr. Coronel Bardales.

Tabla 12*Ancho (B) del barranco Tumino II y III*

Criterio	Tumino II	Tumino III
Municipal	57,26 (m)	61,32 (m)
Ecológica	389,73 (m)	323,96 (m)

Nota: El ancho se describe como una línea recta opuesta al vector del efluente Tumino que describe el ancho del barranco Tumino II

Tabla 13*Factor forma (Kf) del barranco Tumino II y III*

Longitud	Tumino II	Tumino III
Municipal	1,15	1,78
Ecológica	3,85	1,78

Nota: La forma perimétrica del área del barranco Tumino II tiende a ser circular debido a que el nivel de estudio comprende la parte alta de la cuenca Tumino cuya delimitación se sujeta al área municipal.

En condiciones ecológicas naturales esta forma de las cuencas tiende a tener una alta ocurrencia de avenidas durante las precipitaciones, sin embargo, debido a que la cuenca se ubica en la zona urbana las precipitaciones son canalizadas y drenan mediante un sistema de drenaje que favorece el escurrimiento.

Tabla 14*Coefficiente de compacidad (kc) del barranco Tumino II y III*

Criterio	Tumino II	Tumino III
Municipal	2,96 rectangular oblonga	1,90 rectangular oblonga
Ecológica	1,17 oval redonda	1,25 oval redonda

Nota: Este valor adimensional, tiene por definición el valor de 1 para cuencas imaginarias de forma circular y no serán inferiores a la unidad, valores cercanos a 1 indicará tendencia a centralizar altos volúmenes de agua por escurrimiento.

4.2.4. Características relacionadas con el relieve del barranco

Pendiente del barranco (J %)

Es la medida de inclinación del barranco, este valor permite conocer el comportamiento de las capas del suelo en función de la erosión o sedimentación y su desplazamiento, el movimiento de erosión es mayor en zonas con más pendiente; en zonas relativamente planas como es el caso del barranco Tumino se presentan problemas debido al drenaje y la sedimentación.

En relieves planos como la planicie de Moyobamba la pendiente influye en el escurrimiento principalmente de las precipitaciones, sin embargo, el cauce del efluente Tumino se ve afectado por las alcantarillas que depositan aguas residuales mixtas de la

ciudad las que se incrementan sus volúmenes con las precipitaciones debido a las cunetas que reúnen aguas del drenaje pluvial contiguo al barranco.

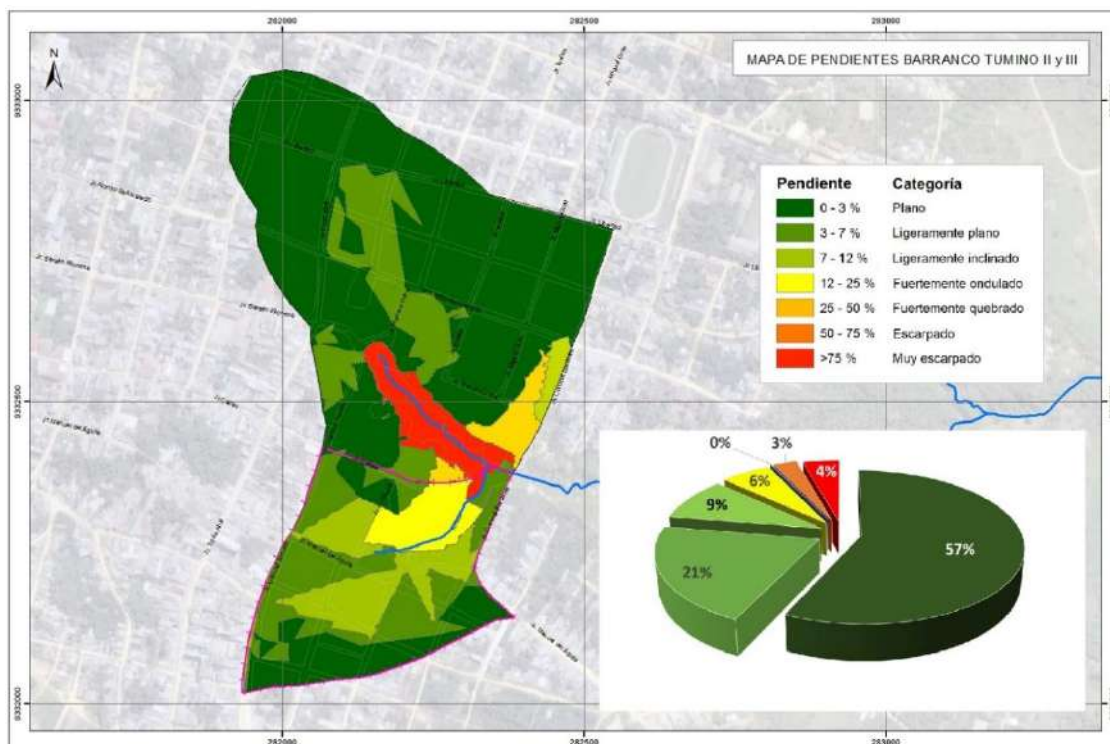


Figura 15

Mapa de pendientes del barranco Tumino II y III.

Nota. La clasificación del relieve en función de su pendiente se realizó partir del modelo de mapas de pendientes siguiendo las rutinas GIS, ver el mapa de pendientes en el anexo L.

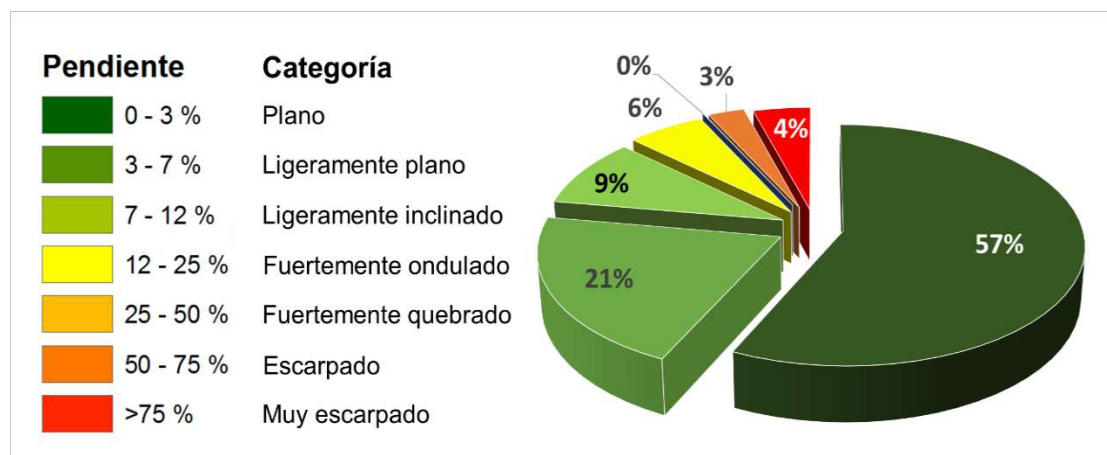


Figura 16

Clasificación de la pendiente, barranco Tumino II.

Según las categorías de la pendiente y su clasificación del área ecológica que corresponde al barranco Tumino II el 57 % es plano y el 4 % clasifica como muy escarpado debido a la pendiente propia del barranco que ocupa toda el área municipal. La pendiente media del área ecológica se calculó en 2.0635 %.

Pendiente media del cauce (j %)

La pendiente promedio del curso de agua Tumino está vinculada a la diferencia de altitud máxima y a la longitud del propio curso de agua. La pendiente promedio calculada mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS) para el cauce del efluente Tumino se sitúa en el 11 por ciento.

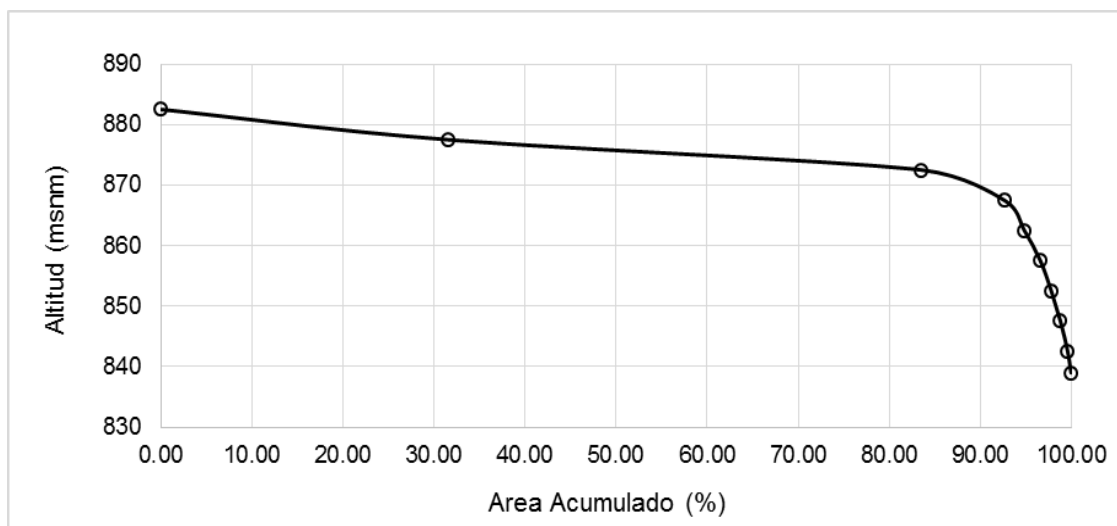


Figura 17

Curva hipsométrica de barranco Tumino II.

Nota: Se representa gráficamente la variación altitudinal del barranco Tumino, considerando el área en porcentaje por encima de una altura determinada.

La línea hipsométrica expresa gráficamente la variación de la altura del barranco Tumino, esta curva presenta una curva típica para ríos jóvenes que se encuentran en formación y que además tienen o cuentan con gran potencial erosivo.

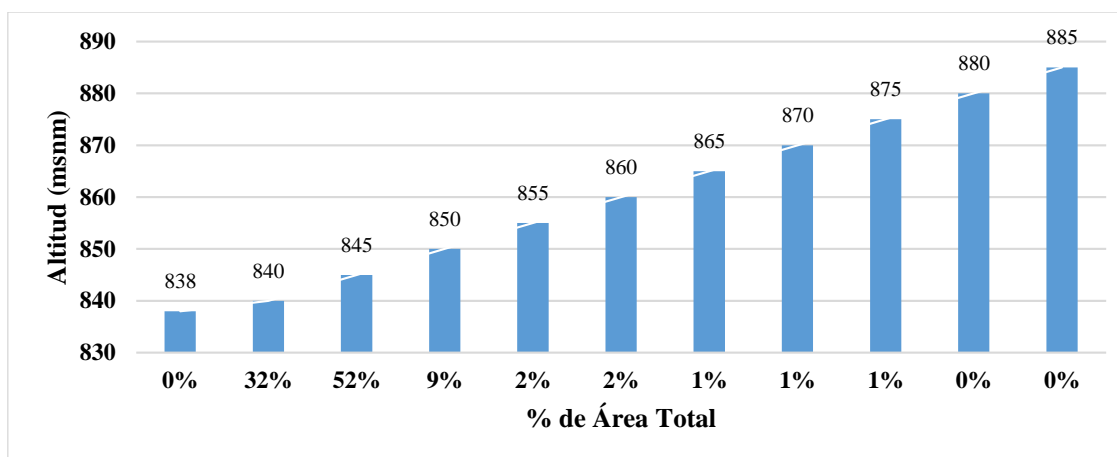


Figura 18

Histograma de frecuencias altimétricas de barranco Tumino II.

Las frecuencias altitudinales presentadas en la figura 18 muestran que el 52 % del barranco están entre las cotas de 840 a 845 msnm el 32 % entre las cotas de 838 a 840

msnm el 9 % entre 845 a 850 msnm y las demás frecuencias altitudinales en menos del 2 %.

4.2.5. Parámetros relativos al perfil

Tabla 15

Cotas relevantes del barranco Tumino II

Característica	Valores (msnm)
Cota de nacimiento	859,2
Cota en la confluencia	827

Nota: Las cotas de referencia se tomaron del Expediente Técnico “creación de la interconexión vial en el Jr. Coronel Bardales cuadra 06, entre el Jr. Alonso de Alvarado y Prolongación Manuel del Águila, barrio de calvario en la ciudad de Moyobamba, provincia de Moyobamba – San Martín”

Tabla 16

Pendiente y longitud del barranco Tumino II

Característica	Valores
Pendiente media del efluente Tumino II	11 %
Longitud del efluente Tumino	280,475 m

Nota: los tiempos promedios de crecidas y duración del efluente están relacionados con la longitud del cauce en este caso la corta longitud del efluente Tumino no ejercen mayores tiempos de desplazamientos y acumulación.

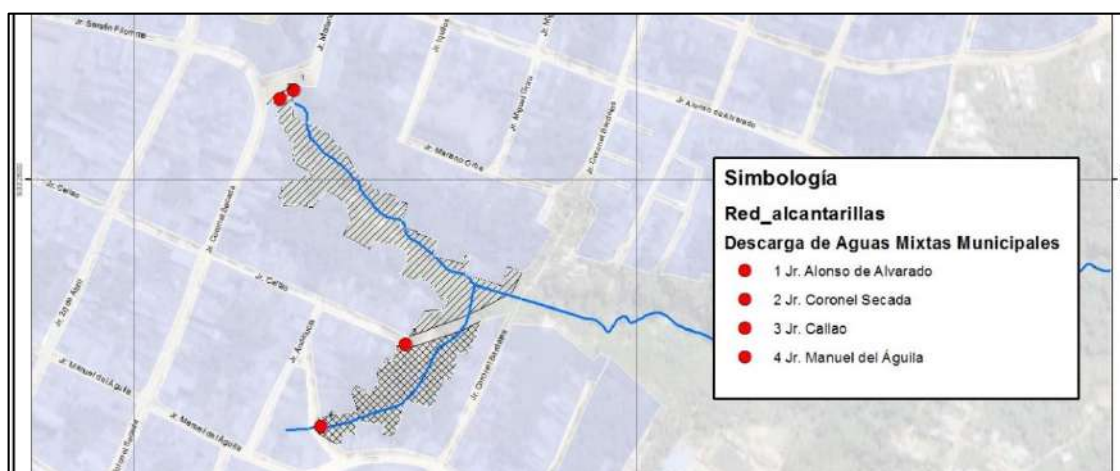


Figura 19

Ubicación de aporte de efluentes del barranco Tumino II y III.

La longitud del efluente Tumino II, la medida desde el punto de origen hasta su confluencia se estima en 0,28 km; los caudales de este efluente experimentan máximos y mínimos en A y B ver figura 19. De manera constante debido a la descarga de aguas negras de la red de desagües de la ciudad y de manera temporal en días de lluvias por el aporte de afluentes de las alcantarillas que recogen aguas pluviales del Jr. 20 de Abril, Coronel Secada, y Jr. Manuel del Águila.

El efluente Tumino tiene un recorrido de 0,28 km con una pendiente media de 11 % reflejado por el relieve del mismo, no se evidencia fuerte contraste entre sus segmentos, estos discurren de manera continua; las crecidas (generadas por el direccionamiento de alcantarillas provenientes de Jr. 20 de abril, coronel Secada, y Jr. Manuel del Águila) son de corta duración a una velocidad media de transporte de sedimentos y baja tiempo de concentración.

La representación gráfica del efluente Tumino muestra ligeras elevaciones debido a que no existen pendientes elevadas. La concentración cóncava de la pendiente a la mitad de la gráfica representa una pendiente ligera a la mitad del efluente, debido al desprendimiento lateral del barranco que ha depositado materiales de concreto armado y hormigón que no han permitido la erosión del suelo. El lecho del efluente Tumino es relativamente plano y el flujo laminar es constante.

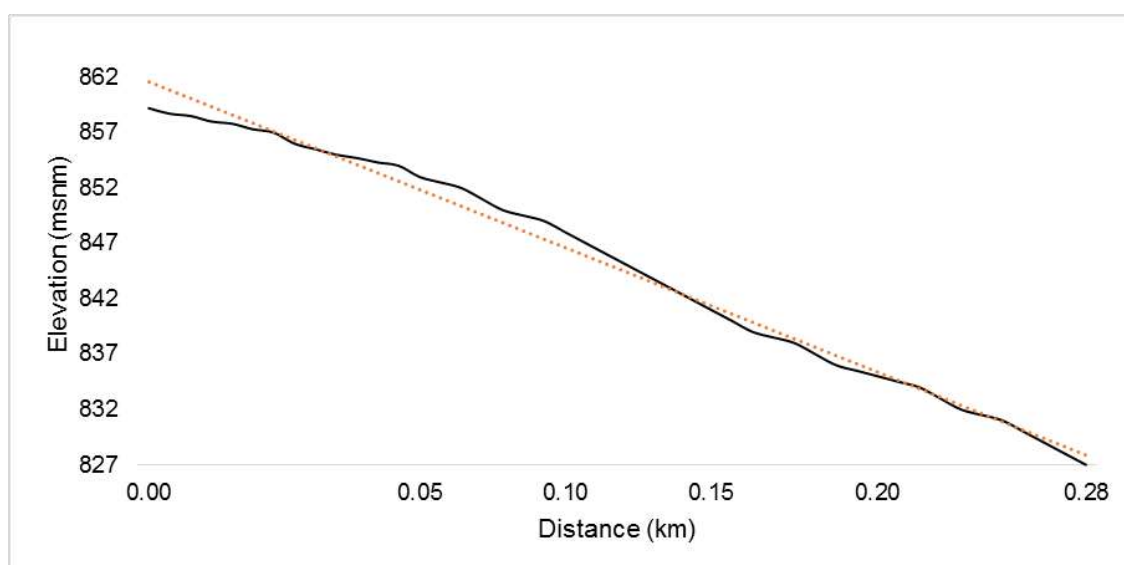


Figura 20

Perfil longitudinal del efluente Tumino.

Nota: en condiciones ideales de equilibrio un río posee un perfil cóncavo de manera que la pendiente hacia el lecho va disminuyendo conforme aumentan la distancia desde la divisoria.

4.2.6. Parámetros relativos al drenaje

La característica hidráulica del efluente Tumino está condicionado por el flujo más o menos constante y de los materiales erosionables que a su vez están influenciados por la gravedad y la pendiente, según las características del efluente Tumino se puede considerar un flujo más laminar que turbulento con una densidad de drenaje de categoría moderada con una tendencia media de escorrentía. La jerarquía del efluente Tumino sigue un patrón dendrítico formado por afluentes de primer orden según la clasificación de Horton ver figura 21.



Figura 21
Jerarquía de la red de drenaje del efluente Tumino.

4.3 Proponer medidas para el manejo de efluentes y control de erosión en el barranco Tumino

4.3.1. Enfoque preventivo para el manejo de efluentes y control de la erosión. Este enfoque es esencialmente más efectivo y sostenible que el enfoque correctivo, porque aborda los problemas en su origen y evita la necesidad de remediarlos posteriormente.

Planificación adecuada. Es fundamental considerar el manejo de efluentes y la prevención de la erosión como parte integral de la planificación en el desarrollo de los proyectos, identificar las áreas vulnerables, conocer las características del suelo y del agua, y evaluar los posibles impactos ambientales ayudará a tomar decisiones más informadas.

Buenas prácticas. Realizar un programa de educación y capacitación con todos los vecinos aledaños al barranco de manera que se reciba sus inquietudes sobre la problemática del barranco al mismo tiempo establecer su compromiso con la adecuada gestión de los efluentes domiciliarios a fin de minimizar la generación e interconectar a la red municipal de aguas domiciliarias antes que al barranco.

Realizar un programa de identificación domiciliaria con desventaja de pendiente para la disposición de aguas domiciliarias a la red de alcantarillado sanitario a fin de llegar a un compromiso de buenas prácticas en la disposición de sus aguas domiciliarias.

Adecuado encause de las aguas pluviales, a fin de evitar que estas se concentren y por gravedad estas se encausen libremente por la facilidad de la pendiente hacia el

barranco, por lo que se debe realizar infraestructura adecuada para el debido encausamiento hacia el lecho del barranco.

Controlar la erosión evitando que las aguas pluviales se canalicen libremente hacia el barranco sin infraestructura adecuada, así mismo establecer gaviones para fortalecer la base del talud en los sectores críticos a fin de evitar el derrumbe de las laderas.

Educación y concienciación. La concientización y enseñanza a la comunidad acerca de la significancia de gestionar los efluentes de manera apropiada y prevenir la erosión son esenciales para fomentar la participación activa en la implementación de prácticas sostenibles.

Cumplimiento de regulaciones ambientales. Respetar las leyes ambientales y las directrices relacionadas con el manejo de efluentes y la prevención de la erosión resulta fundamental para asegurar una estrategia preventiva eficaz.

El enfoque preventivo es más económico a largo plazo y contribuye a la sostenibilidad del barranco. La aplicación de prácticas responsables y sostenibles, puede reducir significativamente el impacto negativo en el barranco y promover un desarrollo más sostenible.

4.3.2. Enfoque correctivo para el manejo de efluentes y erosión

Este enfoque implica tomar medidas correctivas para reducir o eliminar los efectos negativos que ya están ocurriendo en el barranco debido a prácticas inadecuadas de gestión de efluentes y control del suelo.

Tratamiento de los efluentes. El tratamiento de efluentes es una necesidad prioritaria por lo que es necesario implementar tecnologías de tratamiento como la filtración, la oxidación química o la fitoremediación; además la construcción de cunetas para la adecuada canalización de las aguas domiciliarias dispuestas en el barranco Tumino. Estas cunetas deben ser de concreto armado y deben conducir las aguas a través del lecho del barranco para evitar la concentración e infiltración de los efluentes. Estas cunetas deben estar protegidas con gaviones en sus laterales para evitar su colmatación por derrumbes.

Las obras de corrección necesarias para el control de la erosión pueden darse según las condiciones de la pendiente del barranco; estas correcciones pueden ser del tipo mostrado en la figura "A" o "B" (figuras 22 y 23) en ambos casos la cobertura vegetal será indispensable como factor de control de la erosión. En zonas de mayor pendiente se debe considerar otras obras de estabilización de taludes.

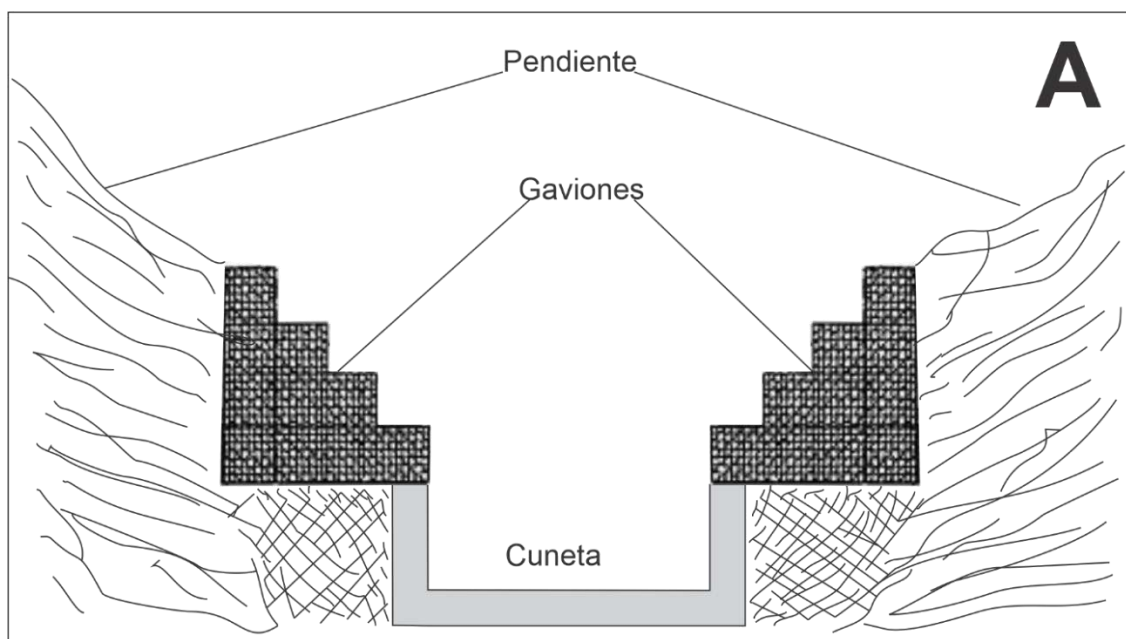


Figura 22

Vista de perfil de medida de corrección del efluente Tumino "A".

Nota: La cuneta puede ser remplazada por una plataforma de concreto armado. Todas las conexiones de los domicilios deben terminar desembocando en la cuneta para evitar la erosión hídrica.

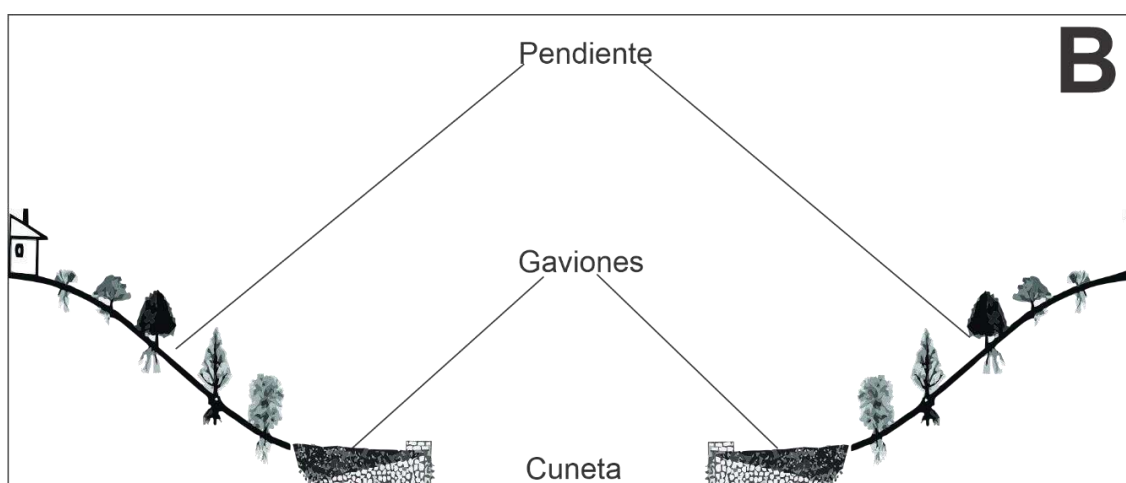


Figura 23

Vista de perfil de medida de corrección del efluente Tumino "B".

Nota: Las pendientes deben ser estabilizadas con cobertura vegetal.

Tramientos combinados (procesos biológicos y físico-químicos). Se debe contruir lagunas para favorecer los procesos biológicos y físicos con transferencia de oxígeno por la exposición superficial; utilización de plantas acuaticas (humedales facultativos) y filtros percoladores (camas de piedra, grava u otro medio filtrante); La eficiencia de este sistema se garantiza si es exclusivo por lo que es indispensable la sepracion de las aguas pluviales mediante un sistema de alcantarillado paralelo.

Construcción de infraestructura desde los domicilios para la evacuación de aguas pluviales que terminen desembocando en la cuneta del lecho del barranco; y de igual

modo para las aguas domiciliarias que son expuestas y discurren por gravedad a través de la pendiente del barranco.

La estabilización de taludes en este caso es prioritarias para garantizar las obras de contención y evitar los deslizamientos laterales del barranco.



Figura 24

Vista del lecho del efluente Tumino.

Nota: infraestructura colapsada de cunetas que dispone aguas de origen domestico debajo del Jr. Mariano Orbe. Esta cuneta recoge las aguas procedentes del Jr. Coronel Secada.

La implementación de un sistema de tratamiento físico y/o químico de aguas residuales debe ser considerada desde el inicio del flujo de efluentes para prevenir la emisión de gases tóxicos y malos olores. La propuesta correctiva para el tratamiento físico y/o químico, que incluye procesos como coagulación, floculación y sedimentación, debe estar respaldada por evaluaciones de viabilidad técnica, económica y ecológica, así como pruebas de laboratorio, para garantizar su efectividad. En este contexto, se debe analizar la posibilidad de utilizar el tratamiento biológico con lodos activados, y para ello es necesario considerar la incorporación de estructuras de sedimentación a lo largo del trayecto de tratamiento. En resumen, el tratamiento de aguas residuales debe adaptarse al recorrido del agua y no estar centrado en un único punto, como suele ocurrir en una planta convencional de tratamiento de aguas residuales.

Diseño de viveros temáticos, con flora representativa y específica para la atracción de aves locales; según la zona del barranco se puede incluir pista de ciclismo o lugares de ocio y recreación. La recuperación de espacios que actualmente están contaminados con residuos sólidos es una tarea imprescindible para iniciar la recuperación del barranco.

Monitoreo continuo: Es imprescindible monitorear tras implementar las medidas correctivas. Esto ayudará a evaluar la efectividad de las acciones tomadas y realizar ajustes si es necesario.



Figura 25

Vista de zonas con abundante residuos sólidos del barranco Tumino.

4.4 Discusión de resultados.

La disposición de residuos líquidos está regulada por la legislación vigente. La Ley 28611, conocida como la Ley General del Ambiente, en su artículo 122.1 establece que las entidades de saneamiento son responsables del tratamiento de todos los residuos líquidos, ya sean de origen doméstico o pluvial. Además, el Texto Único Ordenado (TUO) del reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento (Ley N° 26338), aprobado mediante el Decreto Supremo N° 023 – 2005 – VIVIENDA, dispone que las municipalidades son las encargadas de prestar los servicios de saneamiento en su jurisdicción, incluso en toda la provincia, como es el caso de la ciudad de Moyobamba. Por su parte, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), a través de la Entidad de Fiscalización Ambiental (EFA), supervisa el adecuado manejo de las aguas residuales para garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales; lamentablemente, en el caso del barranco Tumino, no se están cumpliendo las exigencias legales y se ha descuidado la supervisión, lo que ha agravado una situación que persiste desde hace mucho tiempo.

Según Núñez (2014) la inadecuada disposición de agua residual doméstica, agua pluvial, constituye el problema principal permanente del barranco Tumino, debido al poco interés de las partes involucradas en la salubridad ambiental. Los vertimientos impactan negativamente los cuerpos receptores, agravando el deterioro de la calidad ambiental,

la condición física del barranco, además de condicionar los servicios ecosistémicos que presta el barranco; la vida humana es afectada consecuentemente, la carga bacteriológica es el principal problema de debido a que contienen microorganismos perniciosos que generan múltiples enfermedades, entre ellas está el cólera, fiebre tifoidea, hepatitis, infección de amebas, disentería, infecciones gástricas, entre otras. No se ha realizado un cálculo de la evaluación de los efectos económicos resultantes de la gestión inadecuada de las aguas residuales. El potencial turístico, recreativo, escénico se ve afectado por el deterioro y abandono del recurso; la contaminación estropea la vocación del recurso y (Alfárez y Nieves 2019).

La disposición de aguas residuales domesticas sin tratamiento se han incrementado gradualmente; las conexiones hacia el barranco Tumino tanto de aguas domesticas como de aguas pluviales se han incrementado según las descripciones de los propios vecinos quienes argumentan que se ven en la necesidad de realizar dichas conexiones para mejorar las condiciones de salubridad de sus viviendas, debido a que es más fácil dirigir la disposición hacia el barranco antes que a la red municipal; estos parámetros concuerdan con las estadísticas publicadas por el INEI (2020) que manifiestan que estos incrementos están alrededor de 8 %.

Según las características morfométricas del barranco Tumino, considerándola una unidad hidrográfica, presenta una variación altitudinal de 827 a 885 msnm el coeficiente de compacidad o Gravelius indican que tiene forma alargada con tiempos de concentración altos y riesgos de inundación por eventos de precipitación bajos, con una pendiente moderada que caracteriza un desagüe permanente la curva hipsométrica representa una cuenca en formación, la red hídrica es sencilla con un cauce principal y tributarios de primer orden, con un perfil sin pendientes elevadas; estas características son frecuentes en morfometria de cuencas y los resultados son variables según la zona de estudio pero similares a Zhicay, (2020).

CONCLUSIONES

El barranco Tumino se encuentra en un estado crítico de abandono y contaminación debido a la descarga de diversos tipos de efluentes. Estos efluentes se dividen en tres categorías principales según la clasificación propuesta por OEFA: domésticos, pluviales e industriales. Se han registrado un total de 203 vertidos, con 69 siendo de origen doméstico, 129 pluviales y 5 municipales. Además, es relevante destacar que el 4% de los efluentes pluviales pertenecen a la red de drenaje municipal, mientras que el 63% se vierte a través de estructuras de concreto y el 33% mediante tubos. En cuanto a los efluentes domésticos, el 55% corresponde a aguas grises y el 45% a aguas negras. Esta caracterización es esencial para comprender la magnitud y la naturaleza de la contaminación en el barranco Tumino.

El barranco Tumino II presenta características morfométricas únicas que deben ser tenidas en cuenta en su gestión. Un área ecológica de 0.26 km² un perímetro de 2.12 kilómetros, y un cauce de 0.28 kilómetros, este barranco se ubica en altitudes que varían desde los 820 hasta los 882 metros sobre el nivel del mar. Su forma perimétrica tiende a ser circular, lo que puede influir en la ocurrencia de avenidas durante las precipitaciones. Sin embargo, en esta zona urbana, las precipitaciones se canalizan y drenan a través de un sistema de drenaje que favorece el escurrimiento. Además, la curva hipsométrica del barranco Tumino II sugiere que es un río joven en formación con gran potencial erosivo, lo que hace que su gestión sea aún más crítica.

Para abordar los problemas relacionados con los efluentes y el control de erosión en el barranco Tumino, se proponen una serie de medidas integrales. Estas medidas incluyen tanto enfoques preventivos como correctivos. El enfoque preventivo busca implementar programas de educación y capacitación para promover buenas prácticas en la disposición de aguas domiciliarias, así como la construcción de infraestructura adecuada para el encausamiento de las aguas hacia y desde el lecho del barranco. Por otro lado, el enfoque correctivo se orienta hacia la construcción de cunetas, la protección de las laderas con gaviones y vegetación para estabilizar los taludes y la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales físico y/o químico, así como tratamientos biológicos cuando sea posible. Estas medidas están diseñadas para garantizar una gestión adecuada de los efluentes y el control de la erosión en el barranco Tumino.

RECOMENDACIONES

Fomentar la organización comunitaria:

- ✓ Se recomienda a los vecinos del barranco Tumino a organizarse y buscar estrategias con comités, organizaciones no gubernamentales (ONG), municipalidad para la gestión integral del barranco a fin de valorar y poner en funcionamiento las potencialidades del bien.

Capacitación y compromiso comunitario

- ✓ Se recomienda a la municipalidad provincial de Moyobamba implementar un programa de capacitación y educación dirigida a los vecinos que viven y colindan con el barranco Tumino, con el objetivo es involucrarlos activamente en la planificación y construcción de infraestructuras adecuadas para el manejo de los efluentes. Consideramos que los compromisos comunitarios es esencial para el éxito de cualquier proyecto a ejecutar.

Implementación de proyectos de encausamiento y tratamiento de aguas:

- ✓ A la municipalidad provincial de Moyobamba ejecutar proyectos para el encausamiento del efluente con las medidas correctivas propuestas, que además aplique métodos físicos, químicos o biológicos en el tratamiento del agua residual de manera que el efluente no supere los LMP (Límites Máximos Permisibles) y ECAS (Estándares de Calidad Ambiental de Agua).

Estabilización de taludes y uso de gaviones:

- ✓ A la municipalidad provincial de Moyobamba ejecutar proyectos de estabilización de taludes principalmente en aquellos con pendientes en donde se recomienda utilizar gaviones.

Investigación y desarrollo sostenible:

- ✓ Instamos a la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología, a llevar a cabo estudios exhaustivos sobre la flora y fauna del barranco Tumino, así como sobre sus potencialidades para el desarrollo sostenible. La facultad debe trabajar en estrecha colaboración con los residentes y la municipalidad para proponer proyectos que aprovechen estas potencialidades de manera integral y sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, S. D., y Mejía, A. (2021). Caracterización morfométrica de dos cuencas altoandinas del Perú utilizando sistemas de información geográfica. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-02-12>
- Alfárez Rivas, L. E., y Nieves Pimiento, N. (2019). Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR): Impacto ambiental esperado e impacto ambiental provocado. *Caribeña de Ciencias Sociales*, junio. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/06/tratamiento-aguas-residuales.html>
- Alfonso, D. F. G., Corredor, J. J. V., Villamil, D. L. T., Reyes, J. F. M., y Rodríguez, C. A. R. (2022). *Determinación de los parámetros morfométricos en cuencas empleando Sistemas de Información Geográfica*. Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.
- Alonso Sarría, F. (2007). El Modelo Digital de Terreno (MDT). *Sistemas de Información Geográfica*, 127-148.
- ANA. (2018). *Guía técnica para reúso municipal de aguas residuales tratadas en el riego de áreas verdes de Lima metropolitana*. Autoridad Nacional del Agua. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/guia-tecnica-para-reuso-municipal-de-aguas-residuales-tratadas-en-el-riego-de-areas>
- Anaya Fernández, O. G. (2012). *Caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica Chinchao, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco, Región Huánuco* [Informe de prácticas]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Aquino Cusquisibán, S. M. (2019). Regionalización morfométrica adimensional de cuencas hidrográficas de la sierra de Piura—Perú, con fines de transferencia de información hidrológica. *Repositorio institucional - UNC*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3372>
- Baltazar Ascención, R. (2015). *Procesos erosivos en la subcuenca del afluente La Fábrica, Zinacantepec, Estado de México*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/31004>
- Cabrera, C. (2016, junio 27). *Barrancos en la Ciudad de Guatemala ahora son parques ecológicos*. Guatemala.com. <https://www.guatemala.com/noticias/sociedad/barrancos-en-la-ciudad-de-guatemala-ahora-son-parques-ecologicos.html>

- Cáceres, P. (2020, noviembre 12). *Parque Víctor Jara, cómo convertir un zanjón en una esponja de lluvia y un parque para todos los ciudadanos*. EL ÁGORA DIARIO. <https://www.elagoradiario.com/agua/parque-victor-jara-como-convertir-un-barranco-en-una-esponja-de-lluvia-y-un-parque-para-los-ciudadanos/>
- Cardona, B. L. (2015). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas. *CORE*, 1-8.
- CEPAL. (2013). *Guía y análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36817/S2014205_es.pdf
- Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, Perú.
- Ley 28611, Ley General del Ambiente, Perú (2005).
- Dávila Burga, J. (2011). *Diccionario geológico* (Ingemet, Ed.; Arthaltuna). Arth Grouting SAC.
- EcuRed. (2015). *Saneamiento ambiental*. EcuRed. https://www.ecured.cu/index.php?title=Saneamiento_ambiental&oldid=2566121
- Fernández de Castro Martínez, G., Vázquez Selem, L., Palacio Prieto, J. L., Peralta Higuera, A., García Romero, A., Fernández de Castro Martínez, G., Vázquez Selem, L., Palacio Prieto, J. L., Peralta Higuera, A., y García Romero, A. (2018). Geomorfometría y cálculo de erosión hídrica en diferentes litologías a través de fotogrametría digital con drones. *Investigaciones geográficas*, 96, 0-0. <https://doi.org/10.14350/rig.59548>
- INEI. (2020). *Anuario de Estadísticas Ambientales, 2020*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf
- INGECIV. (2015). *¿Qué es una curva hipsométrica?* <https://ingeciv.com/que-es-una-curva-hipsometrica/#comments>
- Kempena, A., Guardado, R., Viltres, Y., y Hernandez, T. (2017). Cartografía de la peligrosidad por erosión hídrica en la ciudad de Brazzaville. *Minería y Geología*, 33(2), Article 2.
- Lander Rodríguez, J. (2020, diciembre 15). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes* [Text]. iAguá; iAguá.

<https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>

- LUX CARDONA, B. (2014). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas. En *Universidad de San Carlos*. Universidad de San Carlos.
- Meza, J. R. Y., Torres, R. J. P., y Chacón, S. A. Q. (2018). Análisis morfométrico de las microcuencas en el ámbito de las cataratas de Gocta, Chinata y Yumbilla-El Chido, región Amazonas. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(2), 60-69.
- MINAM. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. En Ministerio Nacional del Ambiente (Ed.), *Ministerio Nacional del Ambiente, Perú* (1.ª ed.).
- Núñez Juárez, S. (2014). *Peligros geológicos en sector Barranco Tumino. Región San Martín, provincia y distrito Moyobamba, paraje Barranco Tumino*. INGEMMET. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1385>
- OEFA. (2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. <http://sial.segat.gob.pe/documentos/fiscalizacion-ambiental-aguas-residuales>
- OPS. (2020). *Agua y Saneamiento*. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Oré Cierzo, L. E. (2010). *Modelo de elevación de terreno (MET) y análisis morfométrico de las Microcuencas del Parque Nacional Tingo María (PNTM)—Perú* [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Reyes Trujillo, A., Barroso, F. U., y Carvajal Escobar, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas*. Programa Editorial UNIVALLE.
- RHydro. (2021, abril). *Tutorial de Determinación de la curva hipsométrica con QGIS*. RHydro Ingenieros. <https://rhydroingenieros.com/blog/determinar-la-curva-hipsometrica-en-qgis>
- Ruiz Pérez, R. J. (2012). *Estimación de la erosión a través del modelo USLE en la microcuenca Rumiyacu, región San Martín*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/427/T.CSA-43.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- SUNASS. (2022, junio 8). *El tratamiento de aguas residuales*.
<https://www.sunass.gob.pe/lima/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-peru-aumento-en-11-entre-el-2016-y-el-2020/>
- WordReference. (2019). *Diccionario de la lengua española*.
<https://www.wordreference.com/definicion/caracterización>
- Zapata Vela, C. M. (2015). *Evaluación de impacto ambiental en obras de construcción del barranco Tumino de la ciudad de Moyobamba 2013* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín].
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/223>
- Zhicay Lombaida, J. I. (2020). *Caracterización morfométrica y estudio hidrológico de la microcuenca del Río San Francisco, cantón Gualaceo* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18364>

ANEXOS

Anexo A. Mapas y planos

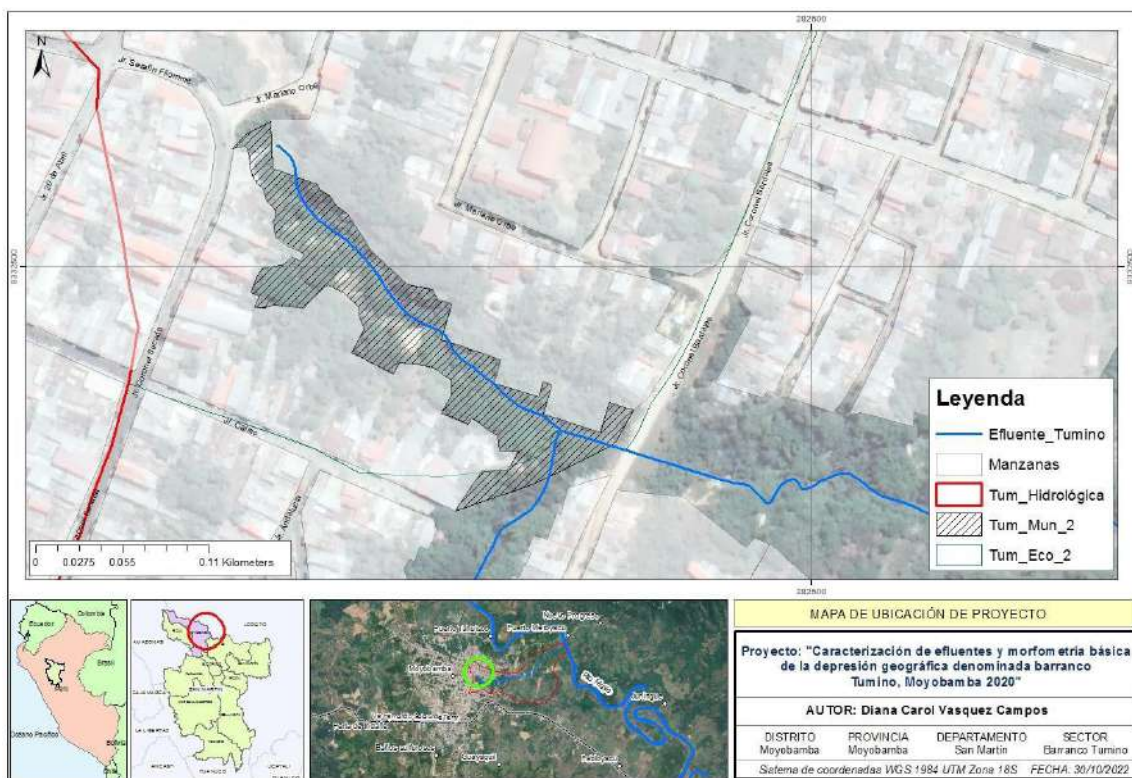


Figura 26
Mapa de ubicación.

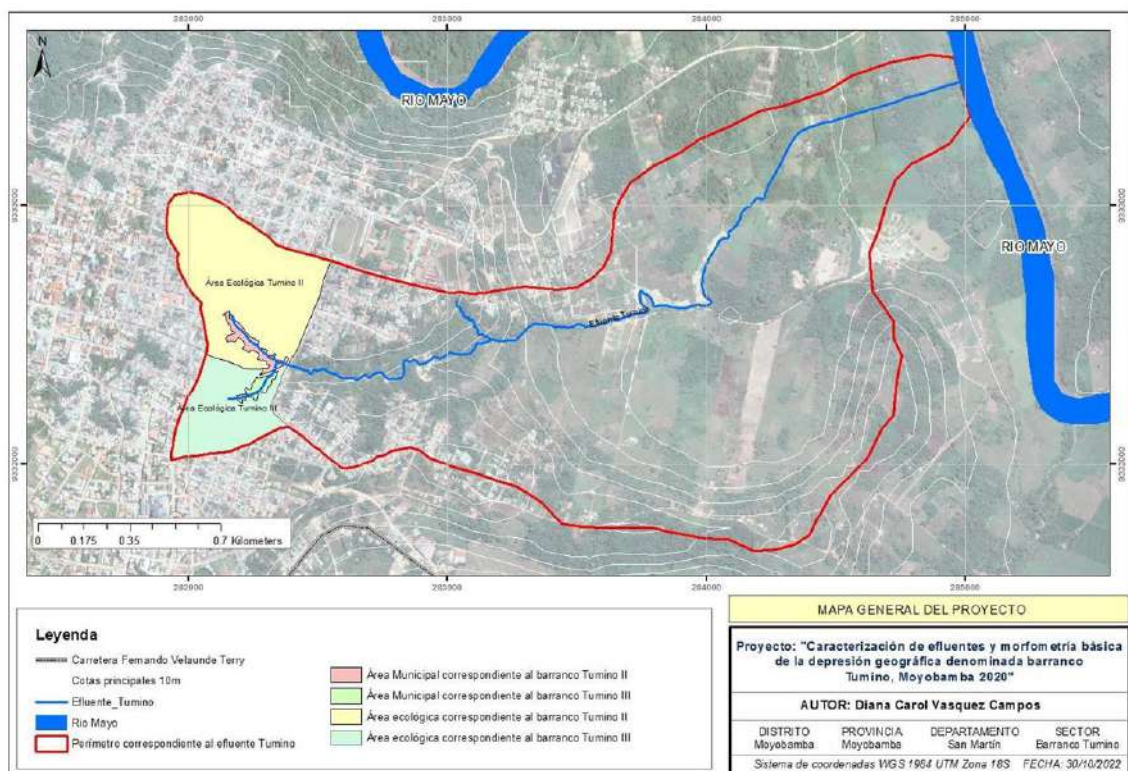


Figura 27
Mapa general del proyecto.

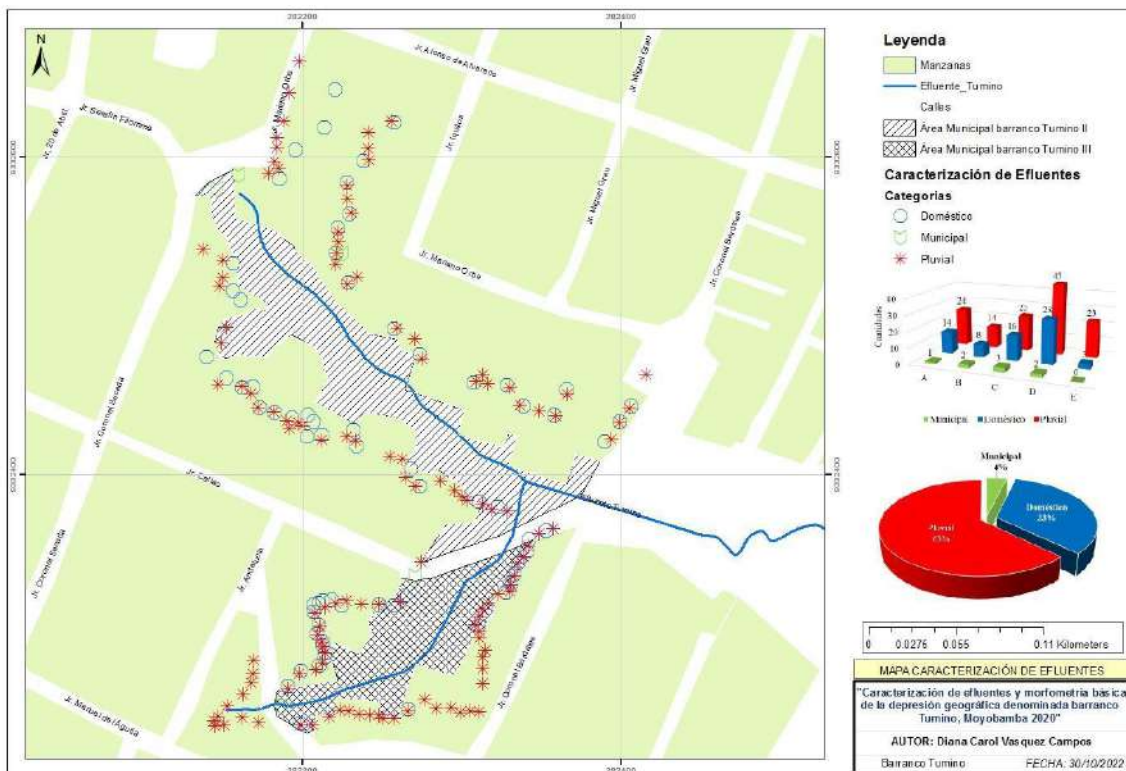


Figura 28
 Mapa de caracterización de efluentes.

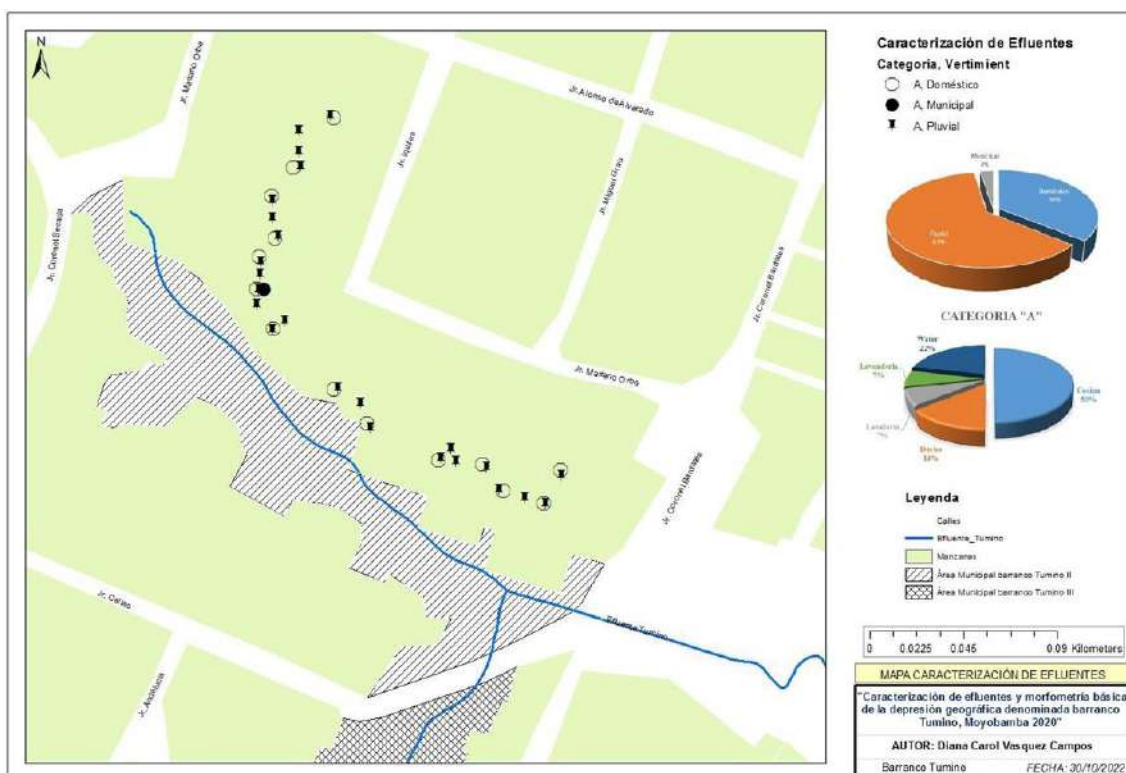


Figura 29
 Mapa de caracterización de efluentes – Categoría A.

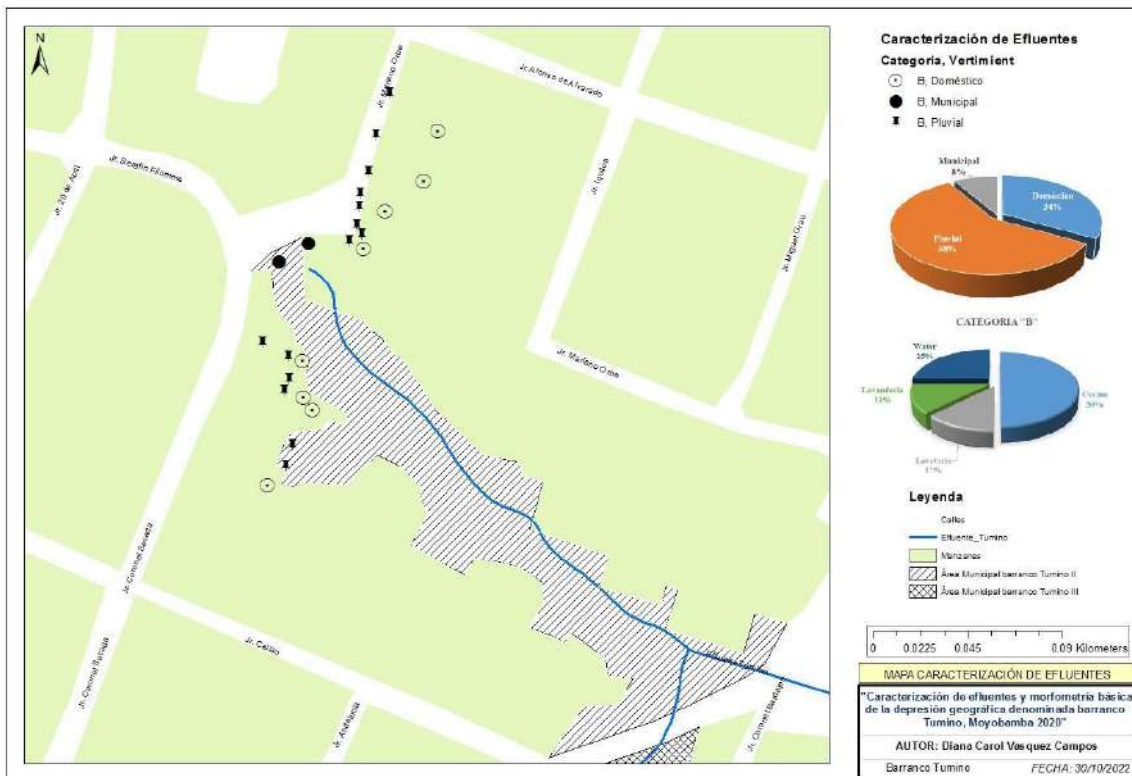


Figura 30
 Mapa de caracterización de efluentes – Categoría B.

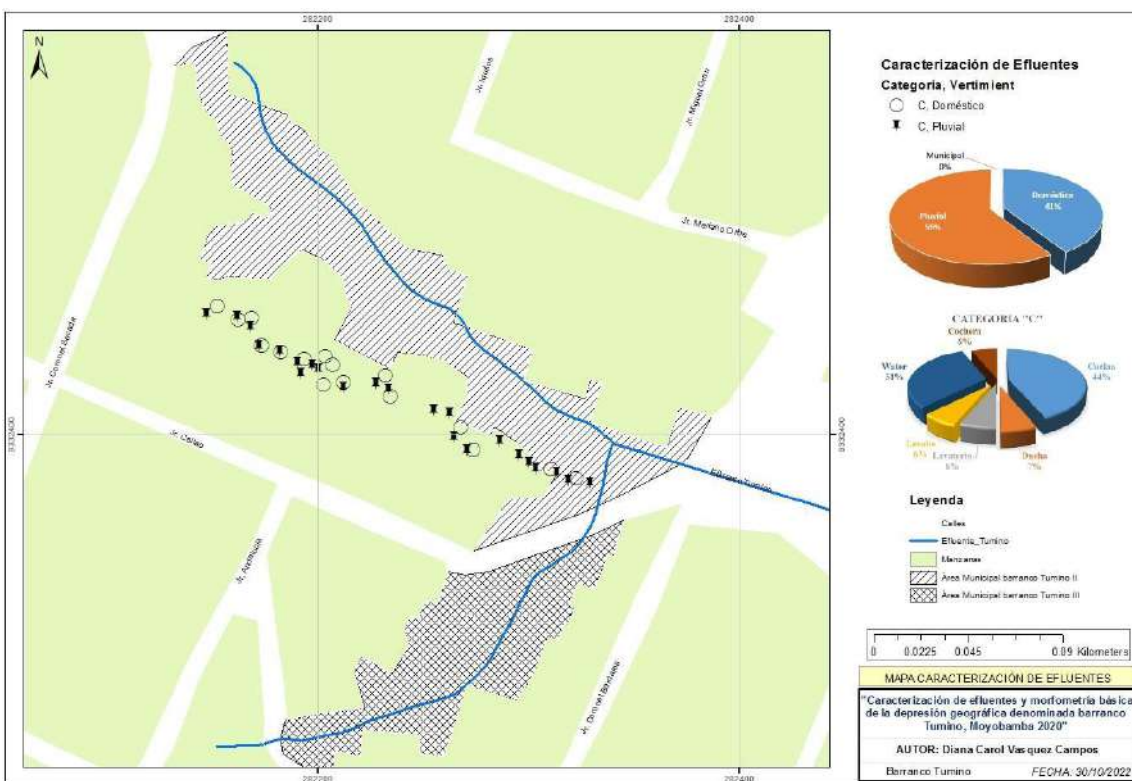


Figura 31
 Mapa de caracterización de efluentes – Categoría C.

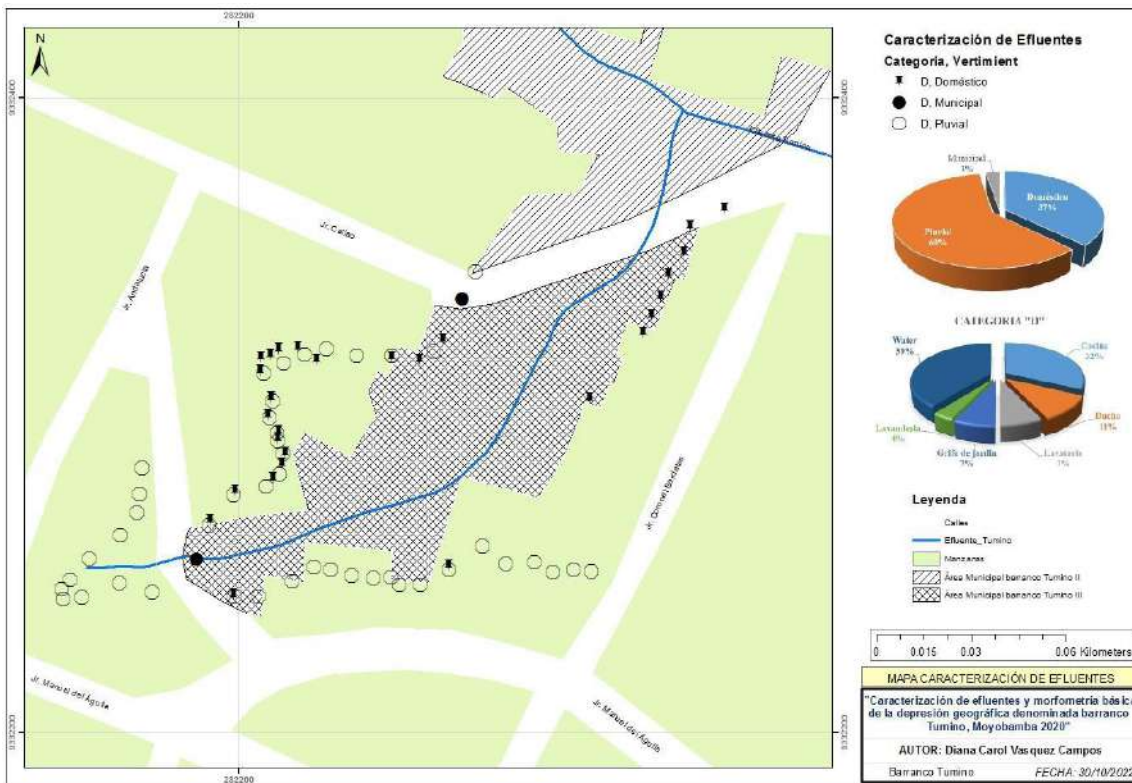


Figura 32
Mapa de caracterización de efluentes – Categoría D.

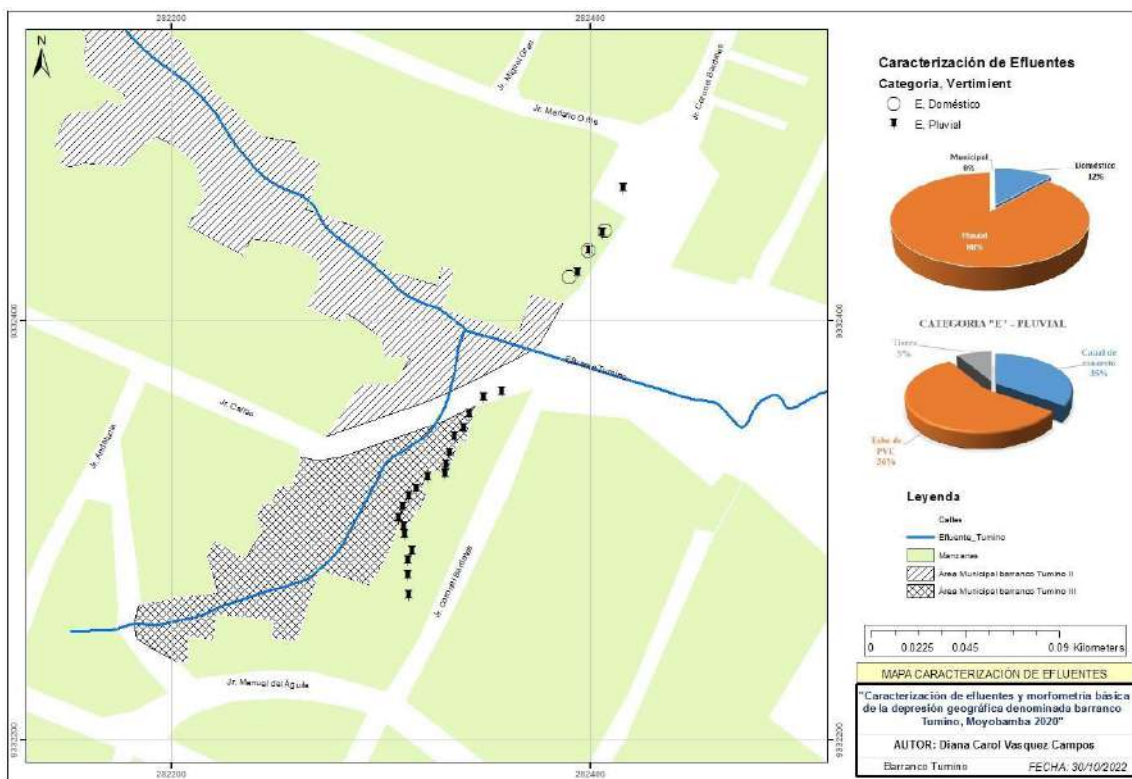


Figura 33
Mapa de caracterización de efluentes – Categoría E.

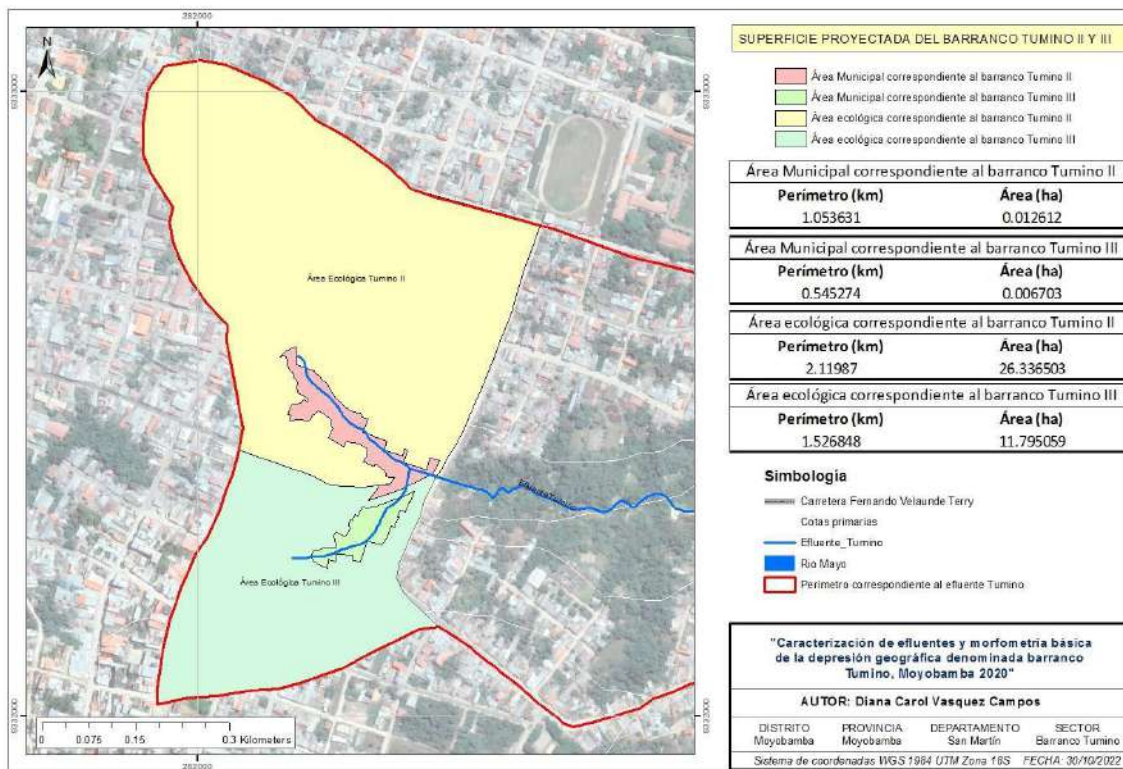


Figura 34
Superficie proyectada del barranco Tumino II y III.

Anexo B. Ficha técnica

Ficha técnica de recolección de datos N°

Proyecto: Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020

Fecha: _____ Ubicación: Jr _____

Datos de la vivienda:

Propietario _____

Código registral _____ Área total del predio _____

N° de la vivienda _____ Tipo de vivienda _____ Área construida _____

Otros _____

Datos GIS

Coordenadas X _____ Coordenadas Y _____ Altura _____

Datos básicos (Si/No)

Conexión de agua _____ Conexión de desagüe _____ Conexión de aguas pluviales _____

Las conexiones domesticas son derivadas al sistema de alcantarillado municipal _____

Las conexiones pluviales son derivadas al sistema de cunetas municipal _____

¿Cuentas con derivaciones de aguas pluviales al barranco? _____

Tubo _____ Concreto _____ Ninguno _____ Otro _____

¿Cuentas con derivaciones de aguas domesticas al barranco? _____

Tubo _____ Concreto _____ Ninguno _____ Otro _____

¿Cuentas con derivaciones de aguas industriales al barranco? _____

Tubo _____ Concreto _____ Ninguno _____ Otro _____

¿Cuentas con derivaciones de aguas mixtas al barranco? _____

El efluente proviene de:

Cochera - cocina - ducha - Grifo de jardín – lavatorio – Lavandería - Lavatorio – lavabo
Water

Anotaciones _____

Medidas para el manejo de efluentes y control de erosión en el barranco Tumino

¿Aplica algunas medidas para el control de la erosión de su propiedad? _____

Señale: _____

¿De quién cree que es la responsabilidad para mejorar la salubridad del barranco?

¿Estaría de acuerdo a participar en la ejecución de proyectos para mejorar el barranco?

Anexo C. Panel fotográfico



Figura 35

Jr. Coronel Bardales verificando la existencia de efluentes.



Figura 36

Tesista al interior del barranco identificando la estabilidad de taludes.



Figura 37

Confluencia de los efluentes del barranco Tumino II y III.



Figura 38

Restos de plásticos que usaron los vecinos para cubrir el talud.



Figura 39

Ladera del barranco en proceso de derrumbe por acción de la humedad.



Figura 40

Vertimientos de tuberías de 6" generando erosión.



Figura 41

Jr mariano Orbe verificando la existencia de efluentes.



Figura 42

Socializando la problemática del barranco Tumino.



Figura 43

Registro de las condiciones del talud y pendiente.



Figura 44

Verificación de la pendiente y el estado del talud paralelo al Jr. Callao.



Figura 45

Conexión de aguas de origen domestico mediante tuberías de PVC.



Figura 46

Conexión de aguas de origen doméstico en tuberías de PVC.



Figura 47

Pared de concreto en el bode del barranco con riesgo de colapsar.

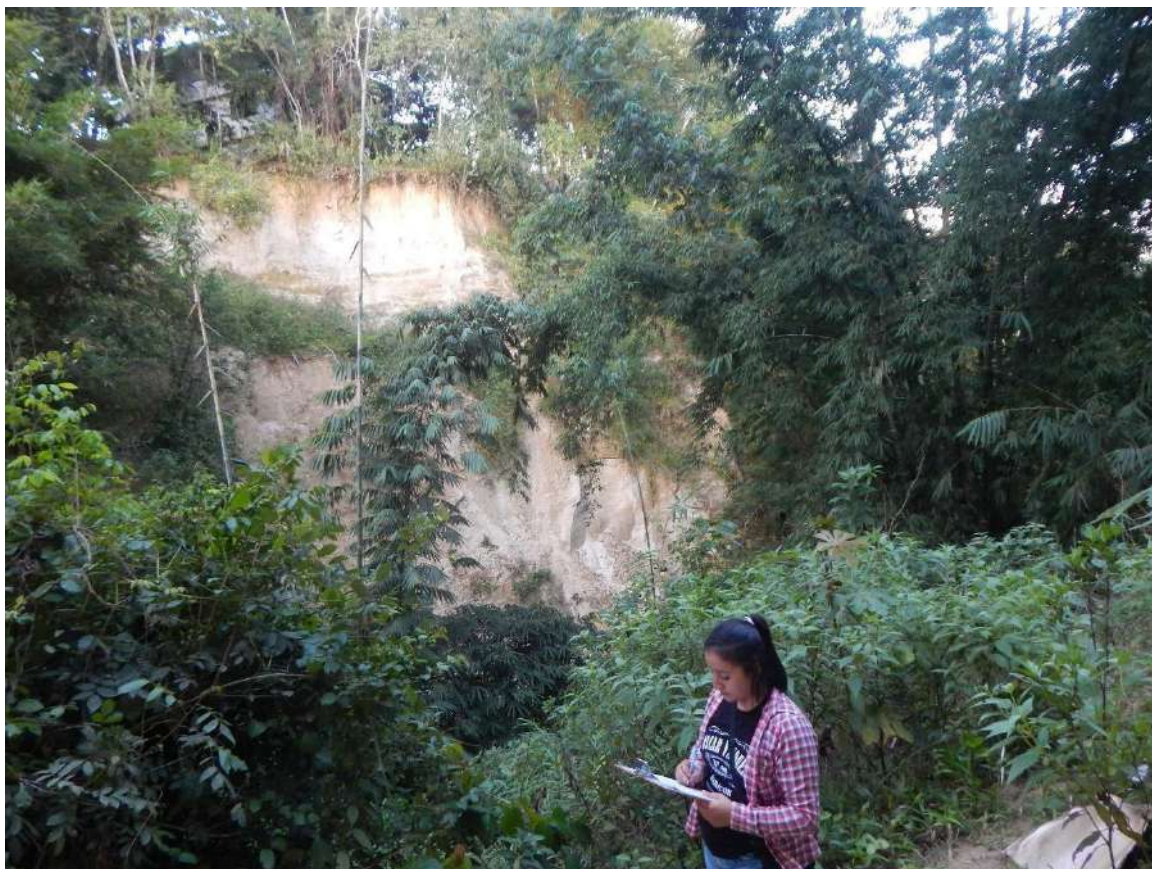


Figura 48

Vivienda en la parte superior del talud con alto Riesgo de derrumbe.



Figura 49

Talud vertical con cobertura de bambú en la parte superior.



Figura 50
Vivienda colapsada en la parte norte del barranco.



Figura 51
Vista del efluente Tumino.



Figura 52

Vertimiento de aguas residuales domesticas en la ladera del barranco.



Figura 53

Conexión mixta domiciliaria hacia el barranco.



Figura 54

Conexiones de aguas grises y de aguas negr

Caracterización de efluentes y
morfometría básica de la
depresión geográfica
denominada barranco Tumino,
Moyobamba 2020
por DIANA CAROL VaSQUEZ CAMPOS

Fecha de entrega: 29-nov-2024 02:20p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2523846131

Nombre del archivo: TESIS_Diana_27.11.2024-1.docx (18.26M)

Total de palabras: 15224

Total de caracteres: 85755

Caracterización de efluentes y morfometría básica de la depresión geográfica denominada barranco Tumino, Moyobamba 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%