



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE  
EN LA AVENIDA MANCO CÁPAC DEL DISTRITO DE  
SAN MIGUEL, 2023 – JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. WILBER ROMERO CAHUAYA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE  
EN LA AVENIDA MANCO CÁPAC DEL DISTRITO DE  
SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. WILBER ROMERO CAHUAYA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17**



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 954-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 11920 presentado por el (la) Bachiller: **WILBER ROMERO CAHUAYA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **WILBER ROMERO CAHUAYA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **WILBER ROMERO CAHUAYA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 12 de setiembre del 2024
- \* **HORA** : 11:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Pañillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 511-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 28 de junio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 7286 por el o (la) Bachiller: **WILBER ROMERO CAHUAYA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis); el **PROVEIDO** - N° 553 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 95 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **WILBER ROMERO CAHUAYA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 95 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **WILBER ROMERO CAHUAYA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. **METHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. **Efraín Parillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 274-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de mayo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 00847, presentado por el señor (a) **WILBER ROMERO CAHUAYA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 094 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 107 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **WILBER ROMERO CAHUAYA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 107 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **WILBER ROMERO CAHUAYA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

.....  
**FRANCISCA QUISPE HUANCA**  
**DECANO**  
CIP. 47790



.....  
**Dr. Elvira Paño Sosa**  
**DIRECTORA**  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 20.21  
Interesado (a)



## DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CÁPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	9%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://biblus.accasoftware.com">biblus.accasoftware.com</a> Fuente de Internet	<1%




### Metadatos Complementarios UANCV



<b>Título de la tesis</b>	
DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023 - JULIACA	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	WILBER ROMERO CAHUAYA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76610601
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0004-9849-2839">https://orcid.org/0009-0004-9849-2839</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Latitud: S 15° 29' 27''</li> <li>- Longitud: O 70° 07' 37''</li> </ul>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=14r68N9upFsJV68DqirXXAfLVx6Ztiqk&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=14r68N9upFsJV68DqirXXAfLVx6Ztiqk&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 – Junio 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	Ingeniería de la construcción <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>  Ingeniería civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>

UNIVERSIDAD INGENIEROS CACERES DE SQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS EXACTAS

  
Dr. Efraim Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS EXACTAS  
JULIACA



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo WILBER ROMERO CAHUAYA, identificado con DNI  
Nro. 76610601, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la  **Tesis** o  **Trabajo de Investigación**,  **Trabajo Académico**  
denominada:

“ DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE  
EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN  
MIGUEL, 2023 - JULIACA ”

Asesorado por: MgTr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 04 de NOVIEMBRE del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante

Huella



## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza para superar los desafíos a lo largo de este camino.

A mi madre Delia Isabel Cahuaya Mendoza, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Su ejemplo y sus sacrificios me han inspirado a seguir adelante.

A mi pareja Elena Santos Apaza por apoyarme en lograr mis metas, estar presente siempre en las buenas y malas, demostrarme que con esfuerzo y empeño todo es posible.

A mis hermanos y familia, por compartir conmigo esta etapa de crecimiento, por las risas y por las largas jornadas de estudio que hicieron este trayecto más llevadero.



## AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme vida y salud para cumplir mis metas y siempre iluminado mi camino para superar los desafíos, que me permitieron navegar a través de los retos más arduos.

A la Universidad Andina 'Néstor Cáceres Velásquez', le extiendo mi sincero aprecio por integrarme en su bastión de sabiduría y por dotarme de un arsenal de habilidades técnicas y teóricas, forjando así los cimientos de mi identidad profesional.

A todos los docentes de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la carrera profesional de ingeniería civil que me impartieron conocimientos y mostraron su apoyo a lo largo de mis estudios.

A mi familia, por su amor incondicional, por brindarme el apoyo emocional necesario y por creer en mí en todo momento. Sin su confianza y apoyo, no habría podido llegar hasta aquí.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIII

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la problemática .....	1
1.2. Planteamiento de las preguntas .....	2
1.2.1. Pregunta general .....	2
1.2.2. Preguntas específicas .....	2
1.3. Justificaciones del estudio .....	3
1.3.1. Justificación teórica .....	3
1.3.2. Justificación práctico.....	3
1.3.3. Justificación metodológica.....	3
1.4. Objetivos del estudio .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4



1.5.Importancias y alcances del estudio ..... 4

    1.5.1.Alcances del Estudio ..... 5

    1.5.2.Limitación y delimitación del estudio..... 5

1.6. Hipótesis..... 5

    1.6.1.Hipótesis general ..... 5

    1.6.2.Hipótesis específicas ..... 6

1.7. Variable e indicador ..... 6

    1.7.1.Definición de las variables ..... 6

    1.7.2.Operacionalizaciones de las variables de estudio ..... 6

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes del estudio ..... 8

    2.1.1.En el ámbito macro..... 8

    2.1.2.En el ámbito nacional ..... 14

    2.1.3.En el ámbito local ..... 18

2.2. Bases teóricas ..... 19

    2.2.1.Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) ..... 19

    2.2.2.Parámetros de diseño de sistema de drenaje sostenible ..... 24

2.3. Marco conceptual ..... 28

    2.3.1.Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) ..... 28

    2.3.2.Inundaciones Urbanas..... 28

    2.3.3.Calidad del Agua ..... 28

    2.3.4.Escorrentía Superficial..... 29



2.3.5. Infraestructura Verde .....	29
2.3.6. Gestión en Fuente .....	29
2.3.7. Jerarquía de Tratamiento .....	29
2.3.8. Integración Paisajística .....	30
2.3.9. Resiliencia y Adaptabilidad .....	30
2.3.10. Evaluación de Condiciones Locales .....	30
2.3.11. Selección de Técnicas de SUDS .....	30
2.3.12. Diseño y Dimensionamiento .....	31
2.3.13. Monitoreo y Mantenimiento .....	31

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Enfoques de la investigación .....	32
3.2. Métodos de estudio .....	32
3.3. Tipos de la investigación .....	33
3.4. Niveles del estudio .....	33
3.5. Diseños del estudio .....	33
3.6. Poblaciones y muestras .....	34
3.6.1. Unidades de observación .....	34
3.6.2. Muestra .....	34
3.7. Técnica e instrumento de recolección de datos .....	35
3.7.1. Técnica del estudio .....	35
3.7.2. Instrumento del estudio .....	35



3.8. Convalidación de instrumentos.....	35
3.8.1. Validaciones del instrumento.....	35
3.8.2. Confiabilidades del instrumento.....	36
3.9. Diseños para las evaluaciones de hipótesis .....	37
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos.....	39
4.1.1. Parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac .....	39
4.1.2. Parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de San Miguel. ....	74
4.1.3. Diseño del drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel.....	79
CONCLUSIONES .....	92
RECOMENDACIONES .....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS .....	106



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Cuadro de operacionalización de las variables de estudio .....	6
<b>Tabla 2</b>	Datos de la intensidad de precipitaciones pluviales.....	40
<b>Tabla 3</b>	Cálculo de la precipitación diferencial para un intervalo de una hora	43
<b>Tabla 4</b>	Precipitación diferencial de 2 horas .....	44
<b>Tabla 5</b>	Precipitación diferencial de 3 horas .....	46
<b>Tabla 6</b>	Cálculo caudal por 5 min de 1 hora .....	49
<b>Tabla 7</b>	Caudal por 5 min para 2 horas .....	50
<b>Tabla 8</b>	Cálculo caudal x 5 min para 3 horas.....	52
<b>Tabla 9</b>	Áreas de drenaje .....	55
<b>Tabla 10</b>	Evaluación de intensidad (IDF) – tabla 1 .....	58
<b>Tabla 11</b>	Evaluación de intensidad – tabla 2 .....	59
<b>Tabla 12</b>	Tiempos de concentración.....	61
<b>Tabla 13</b>	Información relevante sobre la superficie de la vía para la propuesta. ..	62
<b>Tabla 14</b>	Coeficiencia de escorrentía .....	62
<b>Tabla 15</b>	Coeficiencia de escorrentía en suelo.....	63
<b>Tabla 16</b>	Coeficiente de infiltración proyectado .....	64
<b>Tabla 17</b>	Método racional para el caudal.....	66
<b>Tabla 18</b>	Superficie, capacidad de red y tubería pluvial. ....	71
<b>Tabla 19</b>	Cálculo de capacidad de red y tubería pluvial. ....	73
<b>Tabla 20</b>	Área de estudio.....	81
<b>Tabla 21</b>	Precipitación promedio .....	81
<b>Tabla 22</b>	Valor de coeficiente de escorrentía.....	82



<b>Tabla 23</b>	Volumen total de escorrentía .....	83
<b>Tabla 24</b>	Tiempo de concentración promedio en área de estudio .....	83
<b>Tabla 25</b>	Valor de la tasa de infiltración a considerar en la zona de estudio ..	84
<b>Tabla 26</b>	Capacidad de infiltración a considerar en la zona de estudio .....	84
<b>Tabla 27</b>	Datos de conductividad hidráulica en suelos .....	85
<b>Tabla 28</b>	Área para infiltración .....	85
<b>Tabla 29</b>	Volumen de calidad de agua .....	86
<b>Tabla 30</b>	Valor final de volumen de escorrentía.....	89
<b>Tabla 31</b>	Parámetros de diseño .....	89
<b>Tabla 32</b>	Parámetros de diseño .....	89
<b>Tabla 33</b>	Volúmenes de diseño .....	90
<b>Tabla 34</b>	Parámetros de diseño .....	90



### ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Estructura de techo verde ..... 21

**Figura 2** Estructura del pavimento permeable..... 22

**Figura 3** Estructura de pavimento permeable con tubería..... 22

**Figura 4** Diagrama de jardín de lluvia..... 23

**Figura 5** Estructura de alcorque inundable..... 24

**Figura 6** Histograma tormenta de diseño para intervalo de 5 años en 1 hora 44

**Figura 7** Histograma tormenta de diseño de 5 años en 2 horas..... 45

**Figura 8** Histograma tormenta de diseño de 5 años en 3 horas..... 48

**Figura 9** Histograma caudal pico, P. de retorno en 5 años /1hr ..... 50

**Figura 10** Histograma caudal pico, P. de retorno de 5 años por 2 horas ..... 52

**Figura 11** Histograma caudal pico P. de retorno de 5 años para 3 horas ..... 54

**Figura 12** Áreas de drenaje y ubicación topográfica ..... 55

**Figura 13** Capacidad hidráulica (área) ..... 57

**Figura 14** Comparativa curvas intensidad Lapso y frecuencia (curvas IDF) .. 60

**Figura 15** Histograma de escorrentía con SUDS ..... 68

**Figura 16** Volumen de escorrentía con SUDS..... 68

**Figura 17** Histograma de escorrentía unitario con SUDS tramo 1..... 69

**Figura 18** Volumen de escorrentías con SUDS tramo 2..... 69

**Figura 19** Lugar de la red pluvial ..... 70

**Figura 20** Ubicación de la Av. Manco Cápac..... 75

**Figura 21** *Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Circunvalación II.* ..... 76

**Figura 22** Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Horacio ....76



<b>Figura 23</b>	Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Gardenias .....	77
<b>Figura 24</b>	<i>Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Asunción</i> .....	77
<b>Figura 25</b>	Vista de un posible bienestar social. ....	79
<b>Figura 26</b>	Ubicación de jardín de lluvia .....	80
<b>Figura 27</b>	Ubicación de área de drenaje in situ .....	81
<b>Figura 28</b>	Zona de estudio .....	82
<b>Figura 29</b>	Área con jardín en la Av. Manco Cápac. ....	87
<b>Figura 30</b>	Valor final del almacenamiento en jardines.....	88
<b>Figura 31</b>	Diseño de jardín de lluvia .....	91



## RESUMEN

En la actual exploración se inició con el planteamiento de la finalidad principal que es, proponer el diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la Av. Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, 2023 – Juliaca, empleando la metodología de investigación de enfoque cuantitativa, método inductivo, aplicada, nivel descriptivo, diseño no experimental, con técnica observación directa e instrumento fichas de observación. En donde se presenta como resultado que el sistema urbano de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, Juliaca, los parámetros hidrológicos planteados, tienen una precipitación de 0.058 mm/h, para un periodo de retorno de 5 años, con aceptación de lugar paisajístico de los usuarios y un diseño de jardín de lluvia, con un volumen de escorrentía de 972.086 m<sup>3</sup> y una capacidad de infiltración 122.11mm/h, tiempo de drenaje 24hr. Porosidad de medio granular el 40% y almacenamiento en jardines de 696.82 m<sup>3</sup>, con dimensiones de 1.80 de ancho x 1.50 de profundidad y un espesor de vegetación de 0.30m. son fundamentales para la optimización del sistema de jardín de lluvia. Finalmente se concluye indicando que el diseño propuesto del sistema urbano de drenaje sostenible en la Av. Manco Cápac será necesario para afrontar los retos actuales y futuros relacionados con el manejo de aguas pluviales en Juliaca. La adopción de enfoques sostenibles y la colaboración entre autoridades, comunidad y expertos técnicos son esenciales para asegurar la resiliencia y el bienestar de la localidad distrital de San Miguel.

**Palabras claves:** drenajes, escorrentía, sostenible y precipitación.



## ABSTRACT

The current exploration began with the approach of the main purpose, which is to propose the design of the sustainable urban drainage system on Av. Manco Capac in the district town of San Miguel, 2023 – Juliaca, using the focus research methodology. quantitative, inductive method, applied, descriptive level, non-experimental design, with direct observation technique and observation sheets instrument. Where it is presented as a result that the urban sustainable drainage system on Manco Capac Avenue in the district town of San Miguel, Juliaca, The proposed hydrological parameters have a precipitation of 0.058 mm/h, for a return period of 5 years, with acceptance of the landscape location of the users and a rain garden design, with a runoff volume of 972,086 m<sup>3</sup> and a capacity infiltration 122.11mm/h, drainage time 24hr. Porosity of 40% granular medium and storage in gardens of 696.82 m<sup>3</sup>, with dimensions of 1.80 wide x 1.50 deep and a thickness of vegetation of 0.30m. They are fundamental to the optimization of the rain garden system. Finally, it is concluded by indicating that the proposed design of the sustainable urban drainage system on Av. Manco Capac will be necessary to face current and future challenges related to stormwater management in Juliaca. The adoption of sustainable approaches and collaboration between authorities, community and technical experts are essential to ensure the resilience and well-being of the district town of San Miguel.

**Keywords:** drainage, runoff, sustainable and reception.



## INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano acelerado y la expansión demográfica en Juliaca han traído consigo desafíos significativos vinculados con el manejo del agua de lluvia. La Av. Manco Cápac, ubicada en la Localidad Distrital de San Miguel, es un claro ejemplo de una zona que experimenta problemas recurrentes de inundación y deterioro de la infraestructura debido a la escorrentía superficial no gestionada adecuadamente. Estos problemas no solo infieren la condición de vida de los residentes, sino que también generan costos elevados de reparación y mantenimiento de las infraestructuras urbanas.

En respuesta a estos desafíos, surge la necesidad de implementar SUDS. Los SUDS representan un enfoque innovador y ambientalmente consciente para la gestión de agua de lluvia promoviendo la retención, infiltración y reutilización del agua de manera que se asemeje a los procesos naturales del ciclo hidrológico. Estos sistemas no solo buscan mitigar las impactaciones negativas de la urbanización del ciclo del agua, sino que también aportan beneficios adicionales, como la optimización de la condición del agua, la reducción de la contaminación y el incremento de los espacios verdes urbanos.

La actual exploración tiene como propósito principal de diseño de SUDS para la Av. Manco Cápac. Este proyecto no solo se enfoca en resolver las dificultades inmediatas de gestión de aguas pluviales, para que también aspira a contribuir al desarrollo sostenible y resiliente de Juliaca. Para ello, se realizarán estudios detallados sobre las condiciones hidrológicas y geotécnicas de la zona, se evaluarán diversas técnicas de SUDS y se diseñarán soluciones específicas adaptadas a las características locales.



La implementación de SUDS en la Avenida Manco Cápac representa una oportunidad para transformar la administración del agua de lluvia en Juliaca, pasando de enfoques tradicionales a soluciones sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a la comunidad. Este proyecto se enmarca dentro de las políticas globales y nacionales de sostenibilidad y gestión integrada de recursos hídricos, alineándose con las finalidades de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas y las estrategias del Ministerio del Ambiente del Perú.

A lo largo de esta investigación, se abordarán los principios fundamentales de los SUDS, se explorarán las mejores prácticas internacionales y se propondrán soluciones innovadoras y viables para el contexto específico de la Avenida Manco Cápac. La investigación culminará con un diseño detallado y un plan de implementación que incluye estrategias de monitoreo y acciones para asegurar la eficacia y durabilidad del sistema a largo plazo.

Con este proyecto, se espera no solo optimizar la infraestructura y la condición de vida en la Av. Manco Cápac, sino también establecer un modelo replicable para otras áreas de Juliaca y ciudades similares que enfrentan desafíos en la administración del agua de lluvia.

A continuación, se detallan los cuatro capítulos que componen esta exploración:

El tema, los interrogantes, las justificaciones y los argumentos de la exploración se describen en el capítulo I.

El contexto de la exploración, los fundamentos teóricos y el marco conceptual se describen en el capítulo II.



La metodología de la exploración se proporciona en el capítulo III, donde se discute la estrategia, técnica, tipo, nivel y diseño de la exploración.

Las conclusiones e interpretaciones de cada conjunto de datos procesados se proporcionan en el capítulo IV.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Análisis de la problemática

La gestión eficiente y sostenible del drenaje pluvial se convirtió en una preocupación global, ya que las ciudades enfrentan desafíos cada vez mayores relacionados con las inundaciones urbanas y la degradación ambiental. El cambio en el clima, el incremento poblacional y la urbanización rápida están exacerbando los problemas de drenaje en áreas urbanas de todo el mundo (Smith et al., 2020).

En el contexto nacional, el manejo del drenaje pluvial se ha vuelto una cuestión crítica, especialmente en áreas urbanas afectadas por un crecimiento desordenado y cambios en los patrones climáticos. Según García et al. (2018), la urbanización acelerada en el país ha llevado a una mayor impermeabilización del suelo, aumentando la escorrentía y la probabilidad de inundaciones.



La Localidad Distrital de San Miguel está localizada en la localidad provincial de San Román departamento de Puno, del sur del país. Durante el verano, debido a su lugar geográfico, esta ciudad soporta fuertes lluvias, pero con corta duración; tiene una topografía plana ya que sus pendientes son mínimas, entre 0% y 5% aproximadamente, estas condiciones topográficas generan grandes inundaciones en gran parte de la ciudad.

## **1.2. Planteamiento de las preguntas**

### **1.2.1. Pregunta general**

¿Cómo es el diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023?

### **1.2.2. Preguntas específicas**

1. ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel?
2. ¿Cuáles son los parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel?
3. ¿Cuál es el diseño de sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023?



## **1.3. Justificaciones del estudio**

### **1.3.1. Justificación teórica**

Es importante esta exploración porque la localidad distrital de san miguel no tiene un medio de transporte de esorrentías de aguas superficiales buscando complementar técnicas de drenaje sostenible sobre los sistemas convencionales en cuanto en nuestro medio no son implementados.

### **1.3.2. Justificación practico**

La exploración sobre el "Diseño del SUDS" se justifica prácticamente por su potencial para abordar desafíos críticos en el manejo del agua en zonas urbanizadas, promoviendo la resiliencia, la sostenibilidad y mejorando la condición de vida de la población.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

En síntesis, la justificación metodológica para la exploración con respecto al "Diseño del SUDS" se basa en la necesidad de abordar la complejidad inherente del sistema, adoptar enfoques interdisciplinarios, aprovechar tecnologías innovadoras, incluir la participación comunitaria, asegurar el monitoreo continuo y adaptarse a condiciones locales específicas.

## **1.4. Objetivos del estudio**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar el sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023.



## **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar los parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel.
2. Determinar los parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel.
3. Proponer el diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023.

## **1.5. Importancias y alcances del estudio**

Mitigación de Inundaciones. La Av. Manco Cápac en la Localidad Distrital de San Miguel, Juliaca, enfrenta recurrentes problemas de inundaciones que afectan tanto a los residentes como a la infraestructura urbana. Para reducir estos problemas y promover la retención y gestión de las precipitaciones, se debe implementar un (SUDS). Esto disminuirá la frecuencia e intensidad de las inundaciones.

Optimización de Calidad de Agua. Las inundaciones y las escorrentías superficiales contribuyen la contaminación del agua en Juliaca. Al implementar técnicas de SUDS, como bioretenciones y zanjas de infiltración, se mejorará significativamente la calidad del agua al filtrar contaminantes y sedimentos antes de que el agua pueda llegar a los cuerpos receptores.

Sostenibilidad Ambiental. Esto no solo beneficia a los ecosistemas urbanos, sino que también promueve la recarga de acuíferos y la disminución de



la erosión del suelo, alineándose con las políticas globales de sostenibilidad y cambio climático.

### **1.5.1. Alcances del Estudio**

Evaluación Hidrológica y Geotécnica. El estudio incluye una evaluación detallada de las condiciones hidrológicas y geotécnicas de la Av. Manco Cápac. Esto implica el análisis de patrones de lluvia, Capacidad de infiltrarse del suelo, y conducta de la escorrentía superficial para identificar las mejores estrategias de manejo del agua pluvial.

Selección de Técnicas de SUDS. Se explorarán y seleccionarán diversas técnicas de SUDS, como pavimentación permeable, jardines de lluvia, bioretenciones y zanjas de infiltración. La selección se ha basado en la adecuación de estas técnicas a las condiciones locales y su Capacidad para cumplir con los objetivos del proyecto.

### **1.5.2. Limitación y delimitación del estudio**

Delimitación espacial.

Delimitación temporal.

Delimitación del tema.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

El sistema urbano de drenaje sostenible será adecuado en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023.

### 1.6.2. Hipótesis específicas

1. Los parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, resultaran con desventajas.
2. Los parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, serán la aceptación de la comunidad y paisajístico.
3. El diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023, contarán con componentes de cunetas y alcantarillas de recolección de aguas pluviales.

### 1.7. Variable e indicador

#### 1.7.1. Definición de las variables

**Variable caracterización:** Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

**Variable de interés:** Parámetros de diseño

#### 1.7.2. Operacionalizaciones de las variables de estudio

Tabla 1

*Cuadro de operacionalización de las variables de estudio*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>VARIABLE CARACTERIZACIÓN</b> Sistemas Urbanos de Drenaje	Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible son un enfoque innovador y holístico para gestionar el agua de lluvia de la forma más puntual en zonas urbanas. Los	La variable de caracterización, sistema urbano de drenaje sostenible, se operacionaliza	- Techos verdes.	Metros cuadrados
			- Pavimentos permeables	Milímetros por hora



Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Sostenible (SUDS)	sistemas están estructurados para la infiltración y retención del agua, en lugar de simplemente desviarla rápidamente hacia los sistemas de alcantarillado.	por las dimensiones, Techos verdes, Pavimentos permeables, Jardín de lluvias y Alcorques Inundables	– Jardín de lluvias – Alcorques	Metros cuadrados
<b>VARIABLE DE INTERÉS.</b> Parámetros de diseño	Los parámetros de diseño de SUDS, son las variables y criterios específicos que se consideran al planificar, diseñar e implementar estos sistemas. Estos parámetros son esenciales para asegurar que los SUDS cumplan con sus objetivos de manejo sostenible del agua de lluvia y mejora ambiental en entornos urbanos.	La variable de interés, parámetros de diseño, se operacionaliza por las dimensiones, Volumen de Almacenamiento, Tasa de Infiltración, Coeficiente de Escorrentía, Eficiencia de Tratamiento y Intensidad Duración Frecuencia	– Volumen de Almacenamiento – Tasa de Infiltración – Coeficiente de Escorrentía – Eficiencia de Tratamiento – Intensidad Duración y Frecuencia (IDF)	Metros cúbicos milímetros por hora



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. *En el ámbito macro*

Según Perez (2020), en su exploración sugiere que la finalidad de esta exploración fue evaluar qué tan bien se estaban utilizando los SUDS para regular las precipitaciones en la localidad regional metropolitana de Paipa. Técnicas: Se recogieron información teórica y práctica sobre SUDS, como manuales y estudios de casos de otras naciones, junto con detalles sobre la infraestructura de alcantarillado en la región metropolitana de Paipa. A partir de esta recopilación fue factible determinar que el sistema de alcantarillado de la localidad está sufriendo modificaciones, la mayoría de las cuales (66%) incluyen operación combinada en un esfuerzo por mejorar la gestión de las lluvias y mejorar la eficiencia de la red. Mientras tanto, se ha observado que ciertas tormentas provocan desbordamientos y daños. Con el fin de analizar las



opciones de SUDS, se eligieron ubicaciones potenciales con ciertos parámetros de espaciamiento, infiltración y pendiente longitudinal. Las construcciones que se tomaron en consideración fueron cuencas de drenaje secas extendidas, reservorios de acopio, zonas de bioretención, alcorques inundables, zanjas verdes, zanjas de infiltración y pavimentos permeables. La comparación con los proyectos de alteración de aguas residuales en curso fue posible gracias a la investigación técnica y económica realizada a nivel de prefactibilidad. Utilizando el programa "SWMM" para modelar, se compararon tres opciones elegidas en el estudio. Hallazgos: En la región metropolitana de Paipa se encontraron ubicaciones con potencial para implementar SUDS, permitiendo controlar las cantidades de agua de escorrentía. Ciertos principios de SUDS, como la disminución de los caudales máximos y los volúmenes de escorrentía, fueron validados por modelado del software. En partes específicas del municipio, el análisis económico identificó factores críticos que deben tenerse en cuenta al diseñar el sistema de alcantarillado. En resumen: según la exploración, hay localizaciones potenciales para la implementación de SUDS en la localidad regional metropolitana de Portland, lo que puede optimizar la eficacia del sistema de alcantarillado y gestionar el agua de lluvia. Los modelos y análisis económicos proporcionan una base sólida para desarrollar y poner en práctica eficientemente estos sistemas.

Además, Bermudez (2021) en su exploración la finalidad sugerida es evaluar el grado de desarrollo y las deficiencias en la planificación, creación, aplicación, administración y supervisión de los SUDS en localidades de Latinoamérica, así como la integración de estándares sociales en su diseño.



Metodología: Se realizó una verificación cuantitativa y exhaustiva de la literatura que incluyó 50 artículos y documentos relacionados con SUDS. Además, se desarrollaron encuestas a expertos para determinar patrones, desafíos y enfoques para la integración de actores sociales en las iniciativas SUDS. Se realizaron análisis sobre patrones de publicación a lo largo del tiempo, datos regionales y áreas de énfasis de investigación. Hallazgos: Según los datos, el 80% de las publicaciones SUDS en Latinoamérica y el Caribe son de Brasil y Colombia, con un crecimiento notable en los últimos diez años. Aunque aún se encuentran en sus primeras etapas, la inclusión de criterios sociales y la participación de actores locales en las iniciativas SUDS indican avances alentadores en su concepción y ejecución. En resumen, la urbanización caótica y no planificada ha cambiado drásticamente los ecosistemas, provocando cambio climático y desequilibrios en el ciclo hidrológico que provocan fenómenos meteorológicos graves como inundaciones y un suministro inadecuado de agua en las áreas metropolitanas. Los SUDS proporcionan formas creativas y naturales de modificar los sistemas de drenaje urbano en respuesta al cambio climático. La efectividad y viabilidad a largo plazo de estas soluciones dependen de la participación social. La exploración enfatiza la necesidad de incluir factores sociales en la creación de SUDS y los avances logrados en América Latina, particularmente en Brasil y Colombia.

Asimismo, Pava (2020) en su exploración se planteó la siguiente finalidad: evaluar el desempeño de los SUDS en cuencas urbanas de alta y media montaña para reducir las inundaciones pluviales. Metodología: La cuenca urbana de Palo grande utilizada por la Universidad Nacional para exploraciones de este



tipo, fue el foco principal de la exploración. Las pruebas realizadas con diversos SUDS revelaron que los tanques de agua de lluvia eran los más apropiados, ya que son aptos para ciudades de alta montaña. Debido a que estos depósitos no interfieren con los procesos de infiltración del suelo ni necesitan grandes áreas para su implementación, previenen deslizamientos de tierra en lugares con pendientes pronunciadas. Había 5 variantes de barriles de lluvia disponibles: 500, 600, 1.000, 1.100 y 2.000 litros de Capacidad. Se utilizó el modelo hidrodinámico SWMM para realizar una evaluación hidráulica de estos barriles con el fin de evaluar su Capacidad para reducir la escorrentía de aguas pluviales. También se tuvieron en cuenta las células de biorretención como una opción adicional para mejorar los resultados y reducir los flujos de inundaciones. Hallazgos: Como consecuencia de una disminución considerable en el escurrimiento de agua pluvial, los tanques de agua de lluvia son una opción práctica para las cuencas urbanas de alta montaña. La Capacidad para aliviar la escorrentía varió cuando se utilizaron barriles de diferentes tamaños. El uso adicional de células de biorretención mejoró aún más la atenuación del flujo de inundaciones, mostrando su potencial como solución integral junto con los barriles de lluvia. En conclusión, dado que las inundaciones pluviales dañan las vías públicas, la infraestructura y, en situaciones graves, la vida humana, representan una grave amenaza en el siglo XXI. Especialmente en las cuencas urbanas de alta montaña, los SUDS, que pretenden imitar el ciclo hidrológico y disminuir los flujos de precipitación, ofrecen una alternativa viable. En la cuenca urbana de Palo grande, los tanques de lluvia y las células de biorretención demostraron eficacia y se destacaron como soluciones sostenibles adaptadas a circunstancias particulares de alta montaña. Ciertas soluciones, cuando se



combinan, pueden reducir en gran medida los problemas asociados con las inundaciones en ciertos lugares.

(Rocío), en su exploración se planteó el propósito: evaluar la viabilidad de implementar un SUDS en la localidad distrital de Santa Rosa, La Pampa, basado en la recolección, almacenamiento y utilización de las lluvias. Utilizando la metodología: en una cuenca del barrio Centro de Santa Rosa se probaron varios escenarios de precipitación, se simuló la respuesta hidrológica y se realizó el balance hídrico mediante el modelo hidrológico-hidráulico SWMM 5.1. Una forma potencial de reducir la escorrentía es la recolección de agua, que implica recolectar la lluvia de los tejados, almacenarla en cisternas y luego utilizarla. Según los resultados obtenidos, se demostró que la SUDS, en particular la recogida de agua para su uso y almacenamiento, es viable. Sin embargo, sólo los eventos de precipitación con duraciones de recurrencia cortas exhiben una alteración notable del flujo de salida de la cuenca. Se recomienda mezclar varios SUDS, como tanques de detención de superficie, techos verdes y canalones verdes, para optimizar la eficacia y aprovechar sus cualidades únicas. En conclusión, la respuesta hidrológica de Santa Rosa está muy influenciada por el diseño y ubicación del sistema de drenaje pluvial. El rendimiento del drenaje urbano también se ve muy afectado por otras características, como pendientes bajas en ciertas regiones del sistema que pueden provocar encharcamientos o ralentizar el flujo, y la permeabilidad y abstracción en cuencas que incluyen parques o plazas. La combinación de varias formas de SUDS puede mejorar tanto el control de inundaciones como la condición de vida de los residentes.



(Cubides & Santos, 2018), en su exploración el propósito fue evaluar qué tan bien los SUDS gestionan la escorrentía superficial para mejorar la gestión de los recursos hídricos y el medio ambiente urbano. Metodología de empleo: se utilizó el software EPA-SWMM de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA) para analizar los resultados del estudio de modelado hidráulico e hidrológico. Con el uso de esta herramienta se podrá disminuir la escorrentía superficial evaluando los efectos de las precipitaciones y el comportamiento hidráulico de las redes de alcantarillado. Hallazgos: El uso de SUDS ha demostrado su Capacidad para disminuir los efectos de la expansión urbana y el aumento de superficies impermeables sobre el medio ambiente y la economía al frenar y retrasar los picos de tormentas en las zonas urbanas. Al facilitar un movimiento de escorrentía más eficaz, los SUDS reducen el peligro de inundaciones y mejoran la condición de vida de la población. Sin embargo, son necesarios preparativos de emergencia para reducir el peligro de inundaciones en situaciones en las que la escorrentía no puede controlarse con métodos convencionales. En resumen, la gestión eficaz de la escorrentía superficial es esencial para el crecimiento urbano sostenible. Los SUDS son un sustituto viable para gestionar la escorrentía, mejorar la resiliencia urbana y reducir los efectos perjudiciales de las inundaciones, según el modelo que utiliza EPA-SWMM. El uso de estos sistemas ofrece respuestas creativas a los problemas planteados por la expansión urbana y el cambio climático, mejorando enormemente la sostenibilidad ambiental y económica de las ciudades.



## **2.1.2. En el ámbito nacional**

(Merlo & Soto, 2020), la finalidad declarada de los exploradores era determinar cómo los sistemas de drenajes en la localidad de Cajamarca se vinculan con las variaciones en la efectividad de los sistemas de drenajes urbano basándose en exploraciones realizadas en otros lugares. Se tomó un segmento longitudinal y un diseño no experimental. Se encontraron 22 fuentes a través de la búsqueda de información que se realizó utilizando criterios de inclusión y exclusión, generando una base de datos. Para la examinación, la información recopilada se organizó en tabulaciones y gráficos. Según el informe, aunque Cajamarca emplea un sistema de drenaje tradicional, se están implementando SUDS a nivel mundial. Se creó para Cajamarca una guía estratégica que detalla la consideración de factores urbanos, climáticos y geográficos para una alternativa de un SUDS. La teoría se confirmó, demostrando que Cajamarca continúa dependiendo de infraestructura anticuada como alcantarillado y canaletas, lo que reduce la efectividad del sistema de drenaje. Los SUDS, por otro lado, han sido implementados por una gran cantidad de naciones en todo el mundo y aumentan en gran medida la efectividad del drenaje urbano y reducen los problemas relacionados con las inundaciones. El manual sugerido proporciona una base para el cambio de Cajamarca hacia sistemas de drenaje más sostenibles y eficaces.

(Cruz, 2022), con el fin de reducir los problemas de anegamiento y anegamiento en zonas urbanas debido al cambio climático, el proyecto pretende conocer la posibilidad y eficacia de implementar SUDS en las vinculaciones las Begonias y Eben Ezer. Utilizando la técnica El flujo de escorrentía superficial se



calculó utilizando un enfoque de exploración aplicada, teniendo en cuenta los parámetros de la cuenca, así como la información hidrológica e hidráulica, usando el software EPA SWMM v5.2. El hormigón permeable, las zanjas de infiltración y los barriles de infiltración fueron las tres formas de SUDS que se examinaron. Luego del establecimiento de los criterios de inclusión y exclusión, se recogieron información y los hallazgos se organizaron para su análisis en tablas y gráficos. Dónde se obtuvieron los hallazgos: En los lugares estudiados, el uso de SUDS fue beneficioso para reducir la altura del agua inundada. Después de los fenómenos meteorológicos, se descubrió que la instalación de hormigón permeable, zanjas de infiltración y barriles de infiltración reducía en gran medida las inundaciones y los encharcamientos, mejorando el tráfico de peatones y vehículos. Además, SUDS preservó el medio ambiente al permitir que el agua de escorrentía superficial se reciclara para las necesidades de áreas verdes, evitando el colapso del sistema de alcantarillado. En conclusión, el estudio indica que la implementación de SUDS en las asociaciones Las Begonias y Eben Ezer es un enfoque factible y eficiente para abordar los problemas de anegamiento, particularmente en entornos metropolitanos. Se ha demostrado que las zanjas de infiltración, los barriles de infiltración y los sistemas de hormigón permeable son formas efectivas de controlar el exceso de lluvia, optimizar la condición de vida de los residentes y apoyar la sostenibilidad ambiental. Es posible sugerir que otras ciudades con problemas comparables utilicen estos sistemas, siempre que se realice una planificación adecuada y se utilicen instrumentos como el software EPA SWMM v5.2.



(Vasquez, 2023), según el explorador, los principales propósitos de esta exploración son sugerir mejoras a la NTP CE.040 en materia de gestión y construir un SUDS y resiliente al clima para la zona de Huancayo. mediante el cual se utiliza una técnica no experimental, utilizando un enfoque cuantitativo y manipulación de variables intencionada para recopilar datos de manera directa de planes de diseño, estaciones meteorológicas y otra documentación descriptiva de la región estudiada. La exploración se centra en la urgente preparación de la localidad distrital de Huancayo para lluvias con un plazo de retorno de 25 años, particularmente en su región monumental. Ocho lugares cruciales dentro del área monumental tienen saturación de la red de alcantarillado, lo que subraya la preparación inadecuada de la ciudad para el mal tiempo y sus efectos notables en la infraestructura y las operaciones de la ciudad, incluso durante tormentas más ligeras. Estas técnicas reducen la escorrentía superficial y evitan que el sistema de drenaje se desborde al permitir que el agua de lluvia penetre en el suelo. La Capacidad de almacenar agua durante breves períodos de tiempo y liberarla gradualmente también mejora significativamente la calidad del agua y hace que la gestión de las precipitaciones máximas sea más eficaz. Los resultados confirman que dos estrategias muy aseguradas para mejorar significativamente el manejo de aguas pluviales en Huancayo son los pavimentos permeables y los techos verdes. Estos resultados surgen de la intención de la ciudad de desarrollar un sistema de drenaje urbano respetuoso con el medio ambiente. Estos métodos no sólo satisfacen los requisitos hidráulicos, sino que también tienen efectos positivos en la ecología y la estética, apoyando la resistencia de la ciudad a los fenómenos climáticos severos y adhiriéndose a los ideales de sostenibilidad. En conclusión, señalo que la



Capacidad de Huancayo para resistir el cambio climático y disminuir los efectos dañinos de las lluvias depende del diseño de un sistema de drenaje urbano sostenible, que incorpore el uso de pavimentos permeables y techos verdes. Los cambios recomendados por la NTP CE.040 tienen el potencial de optimizar en gran medida la gestión de sedimentos y garantizar el sistema de drenaje de la ciudad sea más eficaz y duradero.

(López & Villavicencio, 2021), la finalidad de esta exploración fue proporcionar una solución de ingeniería para disminuir los problemas de inundaciones provocados por la disminución de la infiltración en la localidad distrital de Villa El Salvador como resultado de la construcción de la pavimentación. Para restaurar el ciclo del agua en las regiones urbanizadas, reducir las inundaciones y optimizar la condición del agua, se sugiere implementar el SUDS a través de estrategias de gestión de aguas pluviales, particularmente canaletas verdes. Se examinó el estado actual del distrito teniendo en cuenta los proyectos de pavimentación y los problemas de inundaciones provocadas por las precipitaciones. La idea de instalar canaletas verdes se planteó como una forma de recoger lluvia adicional y utilizarla para mejorar los espacios verdes cercanos. Para calcular el gasto de diseño y el volumen extra se consultó el Hidrograma Unitario Sintético del SCS modelado mediante HEC-HMS. Se evaluaron una variedad de opciones teniendo en cuenta factores técnicos, financieros y ambientales. Estoy aquí para promocionarme ya que los datos recopilados indican que hay un volumen extra de 6400 m<sup>3</sup> y un caudal de diseño de 0,3 m<sup>3</sup>/s. La exploración del balance hídrico, sin embargo, mostró un déficit insuficiente para mantener el 1,5% de los espacios verdes. Las

zanjas verdes fueron elegidas después de una evaluación exhaustiva de las opciones disponibles debido a sus ventajas en términos de tecnología, ecología y viabilidad económica. Las dificultades de inundaciones del área de exploración se resolverán gracias a las zanjas verdes, que se construyeron para casos excepcionales a pesar de los 0,2 mm/h de lluvia que se reportaron el 8 de agosto de 2018. En resumen, la instalación de canaletas verdes como un componente del Plan Urbano Sostenible El Sistema de Drenaje (SUDS) es una forma práctica de disminuir e incluso evitar inundaciones en el barrio Villa El Salvador. Estos canalones verdes no sólo son una solución rentable y beneficiosa para el medio ambiente, sino que también ayudan a recobrar el ciclo del agua en áreas urbanizadas y mejorar la condición del agua. Su extraordinario diseño de eventos garantiza una gestión eficaz de las aguas pluviales y aborda los problemas de inundaciones en la región de exploración.

### **2.1.3. En el ámbito local**

(Foraquita, 2020), el fin de su exploración, es crear un plan de drenaje pluvial urbano de largo plazo para las comunidades montañosas de Salcedo y Jayllihuaya. Esto tiene como finalidad disminuir las inundaciones urbanas y evitar el colapso de las tuberías del sistema de drenaje, evitando que las precipitaciones que ingresan a la bahía interior del lago Titicaca sean contaminadas. Se realizaron solicitudes de datos meteorológicos a los organismos pertinentes (SENAMHI y PEBLT) para garantizar el uso adecuado de los datos en la exploración de micro cuencas. Donde el resultado fue Duración e Intensidad: Después de una tormenta de 180 minutos, se encontró que la intensidad de la precipitación fue de 50,17 mm/h. Para garantizar una gestión

adecuada del flujo de aguas pluviales, se proporcionó un diseño de tubería especializado que cumple con la Norma OS.060 para cada uno de los 10 sectores (A–I). Zanjias de infiltración: Para ayudar en la absorción de agua y minimizar el peligro de inundaciones, se instalaron zanjias de infiltración en lugares estratégicos. Por último, digo que el análisis sugiere el sistema de drenaje pluvial urbano eficiente y sustentable para Jayllihuaya y Salcedo. La gestión de las aguas pluviales es posible gracias al uso adecuado de la información meteorológica, el diseño de tuberías sectorizadas y la instalación de zanjias de infiltración. Esto mejoraría la calidad de vida de los residentes y salvaguardaría los recursos hídricos de la zona al reducir drásticamente las inundaciones urbanas y evitar la contaminación de las aguas que desembocan en el lago Titicaca.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)**

Los SUDS, conocidos también como Sustainable Drainage Systems (SuDS) en inglés, son un conjunto de prácticas y tecnologías diseñadas para gestionar de manera sostenible las aguas pluviales en zonas urbanas. Los SUDS tiene como finalidad imitar el ciclo natural del agua y proporcionar una serie de ventajas para el medio ambiente, la sociedad y la economía. Estas ventajas incluyen reducir el peligro de inundaciones, optimizar la calidad del agua y establecer áreas verdes y biodiversas. SUDS: una colección de métodos y enfoques para gestionar las aguas pluviales en las ciudades con el objetivo de simular el ciclo hidrológico natural mediante la recolección, filtración, almacenamiento y tratamiento de la lluvia para disminuir la escorrentía, mejorar



la calidad del agua y fomentar sostenibilidad ambiental y resiliencia urbana.

(Xiaoqian, 2020)

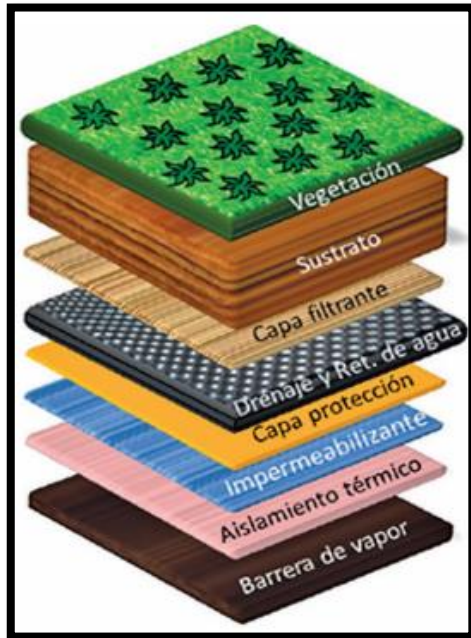
### **2.2.1.1. Techo verde**

Un techo verde, también conocido como cubierta vegetal o tejado verde, es una tecnología de los SUDS que consiste en la instalación de una capa de vegetación sobre una superficie impermeable, como el techo de un edificio. Este sistema tiene múltiples beneficios tanto para la administración de aguas pluviales como para la eficiencia energética y la mejora del entorno urbano (López y otros, 2020).

Se han realizado exploraciones en todo el mundo sobre las ventajas de los sistemas de techos verdes. Estas ventajas se han medido en varias exploraciones. Sin embargo, una respuesta clara es imposible debido a la multiplicidad de factores que impactan la efectividad de cualquier sistema. La siguiente información resume los hallazgos de la exploración más reciente que nos ha ayudado a comprender mejor las ventajas de los techos verdes. (Zielinski y otros, 2011).

**Figura 1**

*Estructura de techo verde*



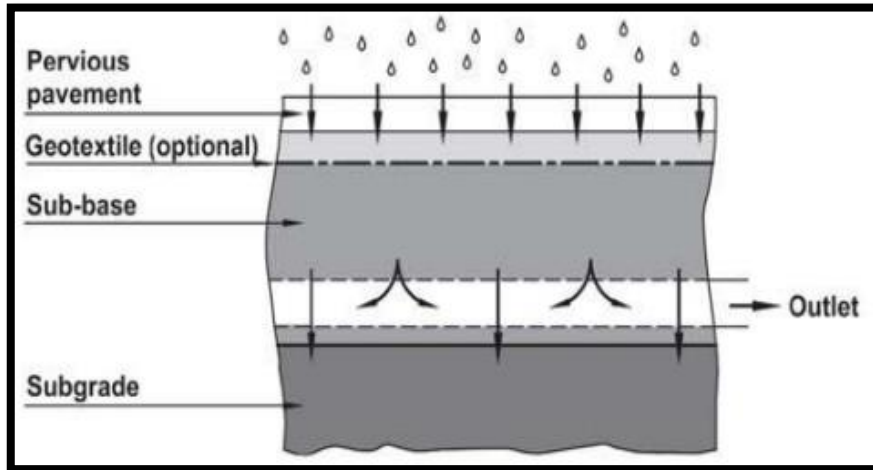
*Nota:* Mojica, Jair & Santos, Maira & Baquero Rodríguez, Gustavo. (2017). Tendencias en el diseño, construcción y operación de techos verdes para el mejoramiento de la calidad del agua lluvia. Estado del arte. Ingeniería del agua. 21. 179. 10.4995/ia.2017.6939.

### 2.2.1.2. Pavimento permeable

Un componente crucial de los SUDS es la pavimentación permeable, que permite que la lluvia impregne la superficie del pavimento y se absorba en el suelo debajo. Este tipo de pavimento disminuye las inundaciones, reduce el escurrimiento superficial y mejora la calidad del agua. Por lo cual, se proporciona una explicación detallada de sus características, ventajas, tipos y problemas de implementación. (Xiaoqian, 2020).

**Figura 2**

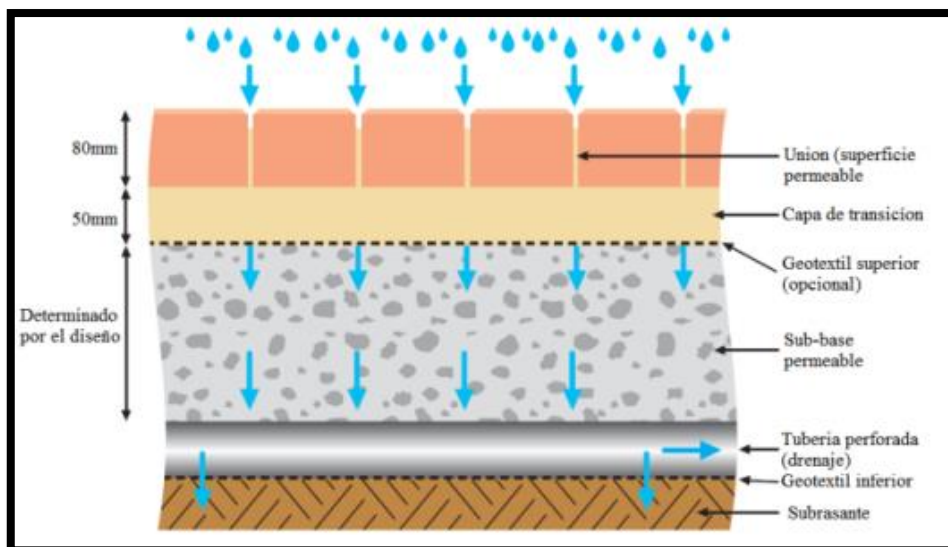
*Estructura del pavimento permeable*



*Nota:* Zare, Samira & Saghafian, Bahram & A, Shamsai. (2012). Multi-objective optimization for combined quality–quantity urban runoff control. Hydrology and Earth System Sciences. 16. 10.5194/hess-16-4531-2012.

**Figura 3**

*Estructura de pavimento permeable con tubería.*



*Nota:* Castro, E. M. L. (2011), adaptado de Interpave (2008).

### 2.2.1.3. Jardín de lluvia

Un jardín de lluvia es un tipo de jardín diseñado para recolectar y absorber la escorrentía de lluvia de superficies impermeables como techos, calzadas, patios y calles. Estos jardines suelen estar ubicados en depresiones naturales o excavadas y están plantados con vegetación nativa o adaptada, lo que ayuda a que el agua pueda infiltrarse en el suelo en lugar de escurrirse rápidamente hacia desagües y sistemas de alcantarillado. (Badillo, 2017).

**Figura 4**

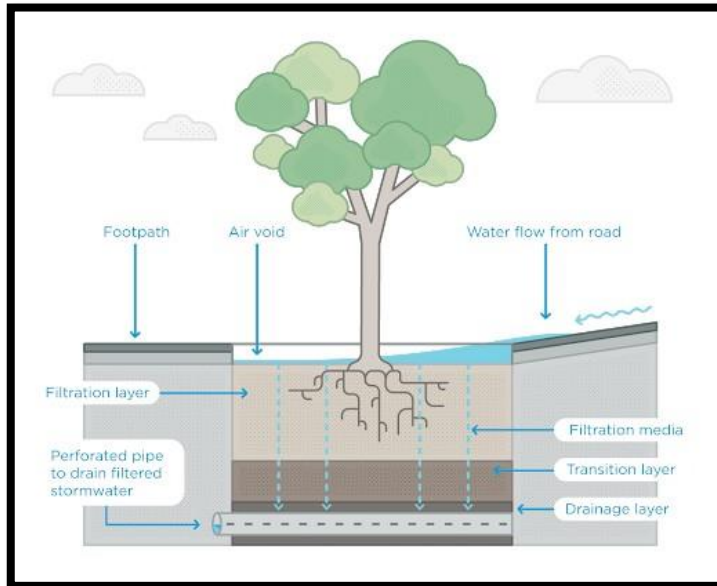
*Diagrama de jardín de lluvia*



*Nota:* <https://biblus.accasoftware.com/es/wp-content/uploads/sites/3/2020/01/jardin-de-lluvia.jpg.webp>

### 2.2.1.4. Alcorques Inundables

La escorrentía pluvial, a veces unida a árboles y/o arbustos y situada a menudo en aceras y separadores, puede ser controlada y tratada por la estructura SUDS. Las raíces de los árboles absorben el agua y los nutrientes, aumentando la calidad del agua, mientras que los elementos paisajísticos que recogen el agua de escorrentía y la almacenan o penetran en ella son un buen ejemplo de ello. (Bautista & Sanguino Flores, 2020).

**Figura 5***Estructura de alcorque inundable*

Nota: <https://redsuds.es/wp-content/uploads/2022/09/Alcorque-inf-3.jpg>

## 2.2.2. Parámetros de diseño de sistema de drenaje sostenible

### 2.2.2.1. Ubicación y Topografía

Son conceptos fundamentales en el modelo y el planificar sistemas de drenaje con sostenibilidad y jardines de lluvia. A continuación, se presentan las definiciones detalladas de estos términos y su importancia.

**Proximidad a Fuentes de Escorrentía:** Seleccionar un sitio cercano a superficies impermeables como techos, calzadas y patios para maximizar la captura de agua de lluvia.

**Distancia de Estructuras:** Ubicar el jardín de lluvia al menos a 3 metros de los cimientos de edificaciones para prevenir la infiltración excesiva que pueda dañar las estructuras.



**Accesibilidad:** El sitio debe ser accesible para el mantenimiento regular sin interferir con las actividades cotidianas del área.

**Pendientes:** Las pendientes suaves (entre el 1% y el 5%) son ideales para facilitar el flujo de agua hacia el jardín de lluvia sin causar erosión. Las pendientes muy pronunciadas pueden requerir estructuras adicionales para controlar la erosión.

**Depresiones Naturales:** Utilizar o crear depresiones en el terreno que recojan y retengan el agua de lluvia de manera natural. Estas áreas son puntos ideales para la instalación de jardines de lluvia.

**Elevación Relativa:** Asegurarse de que el jardín de lluvia esté ubicado en un área ligeramente más baja que las superficies impermeables para que el agua pueda fluir por gravedad hacia el jardín.

### **a. Tamaño y Capacidad**

El tamaño y la Capacidad de un sistema de drenaje con sostenibilidad, como un jardín de lluvia, son parámetros críticos que determinan su eficacia para gestionar la escorrentía de agua de lluvia. A continuación, se presentan las definiciones y consideraciones importantes para estos aspectos.

**Área de Captación:** El tamaño del jardín de lluvia debe ser proporcional al área de superficie impermeable que drena hacia él. Generalmente, se recomienda que el jardín de lluvia sea entre el 10% y el 20% del área de escorrentía.

**Volumen de Precipitación:** Estimar el volumen de agua de lluvia que el jardín debe manejar durante eventos de lluvia típicos o extremos. Esto puede



basarse en datos históricos de precipitación y cálculos de volumen de escorrentía.

**Espacio Disponible:** Considerar el espacio disponible en la propiedad para determinar el tamaño máximo posible del jardín de lluvia sin interferir con otras actividades o estructuras.

**Capacidad de Almacenamiento Temporal:** Determinar la cuantía de agua que el jardín de lluvia puede retener temporalmente durante un evento de lluvia antes de que el agua comience a infiltrarse en el suelo.

**Profundidad:** La profundidad típica de un jardín de lluvia es entre 15 y 30 cm, dependiendo de la cuantía de agua que necesite manejarse y la suficiencia de infiltración del suelo. Profundidades mayores pueden ser necesarias para manejar volúmenes de agua más grandes.

**Tasa de Infiltración del Suelo:** Realizar pruebas de percolación para establecer la Capacidad del pavimento para absorber el agua. Los suelos con buena Capacidad de infiltración (como los suelos arenosos) pueden manejar mayores volúmenes de agua más rápidamente.

### **b) Diseño Hidrológico**

El modelo hidrológico de un sistema de drenaje con sostenibilidad, como un jardín de lluvia, implica la planificación y dimensionamiento del sistema para lo cual gestionar eficazmente el flujo de aguas pluviales.

### **c) Suelo y Sustrato**



Un drenaje sostenible, como un jardín de lluvia requiere una cuidadosa consideración del suelo y sustrato utilizados. Estos elementos juegan un papel crucial en la Capacidad del sistema para infiltrar, retener y filtrar aguas pluviales.

El suelo y sustrato son componentes esenciales en el diseño de sistemas de drenaje sostenible. La correcta preparación y elección de estos materiales asegura una alta Capacidad de infiltración, retención y filtración del agua de lluvia. Un enfoque equilibrado que considere la estructura del suelo, la composición del sustrato y las necesidades específicas del sitio resultará en un sistema de drenaje eficiente y sostenible.

**Suelos Arenosos:** Alta Capacidad de infiltración, pero baja retención de agua. Ideales para jardines de lluvia con alta carga de esorrentía.

**Suelos Arcillosos:** Baja Capacidad de infiltración, pero alta retención de agua. No ideales por sí solos, pero pueden mejorarse.

**Suelos Franco-arenosos:** Balance adecuado entre infiltración y retención de agua. Son los más recomendados para jardines de lluvia.

#### **d) Vegetación**

Los SUDS, incluidos los jardines de lluvia, las biorretenciones y los canales de infiltración, dependen de una vegetación cuidadosamente elegida. Además de agregar valor estético a estos sistemas, las plantas son esenciales para estabilizar el suelo, mejorar la biodiversidad y absorber y purificar el agua.

Para que los SUDS gestionen eficazmente las aguas pluviales, mejoren la calidad del agua y establezcan ecosistemas biodiversos, la vegetación es imprescindible. La elección de plantas nativas tolerantes a la sequía y la



humedad y la ejecución de un programa de mantenimiento suficiente son esenciales para la viabilidad a largo plazo de estos sistemas. Al considerar las capas de vegetación y los criterios de selección adecuados, se puede crear un SUDS que no solo sea funcional, sino también estéticamente agradable y beneficioso para el medio ambiente.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)**

Los SUDS son métodos innovadores de manejo de aguas fluviales que imitan el ciclo hidrológico natural. Estos sistemas buscan minimizar el impacto ambiental del desarrollo urbano al manipular el agua de lluvia de manera sostenible y eficiente. A diferencia de los sistemas de drenaje tradicionales, que se enfocan en la rápida evacuación del agua, los SUDS promueven la infiltración, retención y reutilización del agua.

### **2.3.2. Inundaciones Urbanas**

Las inundaciones urbanas ocurren cuando las precipitaciones superan la suficiencia de sistemas de drenaje para gestionar el agua. Esto puede resultar en la acumulación de agua en superficies urbanas, causando daños a infraestructuras, alteración del tráfico y riesgos para la salud pública.

### **2.3.3. Calidad del Agua**

Las particularidades químicas, físicas y biológicas del agua se denominan calidad y dictan su utilidad para diferentes aplicaciones. En el contexto de los SUDS, mejorar la calidad del agua significa reducir contaminantes como

sedimentos, metales pesados y productos químicos presentes en la escorrentía superficial.

#### **2.3.4. Escorrentía Superficial**

El exceso de agua que ha fluido con respecto a la superficie del suelo cuando el suelo no podría absorber más lluvia se conoce como escorrentía superficial. Este fenómeno es común en áreas urbanas con alta impermeabilización del suelo debido a la pavimentación y edificaciones.

#### **2.3.5. Infraestructura Verde**

Las aguas pluviales se gestionan mediante un conjunto de técnicas y tecnologías conocidas como "infraestructura verde", que aprovecha los procesos orgánicos. Esto cubre métodos que apoyan la sostenibilidad urbana y la resistencia al cambio climático, como pavimentos permeables, jardines de lluvia, alcorques inundables biorretención y techos verdes.

#### **2.3.6. Gestión en Fuente**

El principio de gestión en fuente implica capturar y tratar el agua de lluvia lo más cerca posible de su punto de origen. Esto puede lograrse mediante técnicas como pavimentos permeables y techos verdes, que permiten la infiltrar y retenimiento del agua en el lugar donde cae.

#### **2.3.7. Jerarquía de Tratamiento**

La jerarquía de tratamiento se refiere al uso de una combinación de técnicas de SUDS para mejorar progresivamente la calidad del agua. Esto

incluye prácticas como zanjas de infiltración y bioretenciones que filtran y limpian el agua a medida que se mueve a través del sistema.

### **2.3.8. Integración Paisajística**

El diseño de SUDS debe considerar la integración estética y funcional con el entorno urbano y paisajístico. Las soluciones deben ser visualmente atractivas y contribuir al espacio verde urbano, ofreciendo beneficios adicionales como la mejora del hábitat y la minimización del efecto de isla de calor.

### **2.3.9. Resiliencia y Adaptabilidad**

Diseñar sistemas de drenaje que sean sostenibles requiere hacerlos flexibles y receptivos a los cambios en el medio ambiente y el uso de la tierra. Esto implica incorporar redundancias y Capacidades de ajuste para manejar eventos de lluvia extremos y cambios en la urbanización.

### **2.3.10. Evaluación de Condiciones Locales**

Para la implementación de SUDS en la Avenida Manco Cápac, es crucial realizar una evaluación detallada de las condiciones hidrológicas, topográficas y geotécnicas de la zona. Esto incluye el análisis del comportamiento del agua de lluvia, la Capacidad de infiltración del suelo y la identificación de áreas problemáticas de inundación.

### **2.3.11. Selección de Técnicas de SUDS**

La selección de técnicas específicas de SUDS debe basarse en las condiciones locales y los objetivos del proyecto. Esto puede incluir la instalación



de pavimentos permeables, zanjas de infiltración, bioretenciones y jardines de lluvia, adaptados a las características particulares de la Av. Manco Cápac.

### **2.3.12.        *Diseño y Dimensionamiento***

El diseño y dimensionamiento de las soluciones de SUDS deben ser realizados con precisión, utilizando modelos hidrológicos y herramientas de ingeniería para asegurar la efectividad del sistema. Los planos y especificaciones técnicas deben ser detallados para guiar la implementación correcta.

### **2.3.13.        *Monitoreo y Mantenimiento***

Establecer una estrategia de monitoreo y mantenimiento es esencial para avalar la operatividad eficaz y a largo plazo de SUDS. Esto implica la inspección periódica, la limpieza y la reparación de componentes según sea esencial.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoques de la investigación

Los métodos e instrumentos estadísticos se emplean en la exploración cuantitativa para recoger información de forma organizada y metódica. Para recoger información se usan técnicas que incluyen preguntas, pruebas inspeccionadas, análisis de registros y observaciones organizadas. Para encontrar patrones, tendencias y correlaciones entre variables, estos datos numéricos se someten a análisis estadístico. (Pita, 2002, pág. 6).

#### 3.2. Métodos de estudio

El enfoque inductivo es un tipo de razonamiento lógico en el que se llega a una conclusión general mediante la observación de patrones o acontecimientos particulares. Se distingue por comenzar con información específica y sacar conclusiones generales de ellos aplicando lo particular a lo general. (Rodríguez, 2007, pág. 14).

### 3.3. Tipos de la investigación

La exploración aplicada es una rama de la ciencia que centra en resolver conflictos del mundo real abordando cuestiones prácticas y utilizando los hallazgos de la exploración para afrontar circunstancias específicas. A diferencia de la exploración pura, que apunta principalmente a incrementar el conocimiento teórico, la exploración aplicada se concentra en producir respuestas viables y útiles a cuestiones particulares en una variedad de disciplinas. (Castro & Gómez, 2023, pág. 54).

### 3.4. Niveles del estudio

La exploración descriptiva es un nivel de exploración científica que se concentra en caracterizar rasgos, acciones o eventos en sus entornos naturales, sin ajustar variables ni intentar establecer conexiones causales. De este grado de exploración depende la comprensión de su naturalidad y las particularidades de un suceso, así como el establecimiento de base solidificada para futuras exploraciones. (Guevara, Verdesoto, & Castro, 2020, pág. 21).

### 3.5. Diseños del estudio

La exploración no es experimental es aquel que no manipula intencionalmente variables independientes y, como resultado, no busca patrones de causalidad entre variables. Más bien, el énfasis está en ver y recoger información en su hábitat natural, además de describir, contrastar y analizar los eventos tal como realmente suceden. (Arispe, Yangali, & Guerrero, 2020, pág. 23).



### **3.6. Poblaciones y muestras**

#### **3.6.1. Unidades de observación**

Dependiendo del tema de exploración y el alcance de la exploración, el medida del universo de exploración varía significativamente. Podría ser un grupo de personas más pequeño y centrado o una comunidad más amplia y variada. (Pantoja, Arciniegas, & Álvarez, 2022, pág. 18).

#### **3.6.2. Muestra**

Un subconjunto de la población representativo de exploración elegida para participar en determinadas exploraciones se conoce como muestra de exploración. En lugar de examinar cada población, se selecciona una muestra con rasgos parecidos a los de toda la población, lo que permite aplicar ampliamente los hallazgos de la exploración con un nivel respetable de validez y precisión. (García, Reding, & López, 2013, pág. 7).

La muestra de la actual exploración está constituida específicamente por la Av. Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, desde la Av. Asunción hasta la Avenida Circunvalación II, en esa zona de estudio se realizará todo el proceso de exploración.



### **3.7. Técnica e instrumento de recolección de datos**

#### **3.7.1. Técnica del estudio**

Un método de exploración llamado observación directa se utiliza en una variedad de campos, incluido el tratamiento de aguas residuales, la ingeniería ambiental y el agua purificada. Con este método, las actividades, interacciones o sucesos se observan y documentan metódicamente a medida que tienen lugar en su entorno natural, sin realizar modificaciones en la actividad que se observa. (Itziar & Vizcarra, 2014, pág. 16).

#### **3.7.2. Instrumento del estudio**

Los instrumentos de exploración llamados hojas de observación se usan para ordenar y documentar metódicamente las observaciones obtenidas durante una exploración. Estas hojas de trabajo son particularmente útiles para proyectos de exploración que requieren la recogida de información cualitativa a través de la observación de primera mano de incidentes, actos, interacciones o circunstancias en sus entornos naturales. (Castro A. , 2015, pág. 12).

### **3.8. Convalidación de instrumentos**

#### **3.8.1. Validaciones del instrumento**

Un paso crucial en la exploración y otros campos donde se utilizan instrumentos, escalas, cuestionarios u otras estrategias de recolección de información pertinente es la validación de instrumentos. Se garantiza que los instrumentos validados serán válidos y confiables al medir las cosas para las que están diseñados.

Cuando una herramienta de medición captura e incluye suficientemente cada faceta significativa del constructo bajo examen, se dice que posee validez de contenido. Dicho de otra manera, la tarea que nos ocupa implica determinar si las preguntas o elementos incluidos en la herramienta son pertinentes, adecuados y lo suficientemente completos para evaluar el constructo relevante. (Galicia, 2017, pág. 33).

### **3.8.2. Confiabilidades del instrumento**

La estabilidad de un instrumento y la consistencia de la medición a lo largo del tiempo y bajo diversas condiciones se denominan confiabilidades. Dicho de otra manera, un aparato se considera aceptable, si produce hallazgos consistentes y repetibles cuando se usa en circunstancias comparables.

Al medir la coherencia interna de los ítems de una escala de medida o cuestionario para garantizar que miden las mismas cualidades o ideas, el alfa de Cronbach determina la confianza interna de la escala o cuestionario. (Quero, 2010, pág. 15).

El rango de la coeficiencia alfa de Cronbach es de 0 a 1. La confianza de un instrumento para evaluar el concepto subyacente se sugiere mediante un número más próximo a 1, lo que indicaría una mejor consistencia interna entre sus componentes.

Para calcular el alfa de Cronbach, use esta formulación:

$$\alpha = \frac{N}{N - 1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_X^2} \right)$$



En la cual:

$N$  : cantidad de ítems en el instrumento.

$\sigma_i$  : varianza de los puntajes de cada ítem.

$\sigma_x$  : varianza de los puntajes de ítems en su totalidad.

En psicometría y para evaluar la fiabilidad de escalas de medición y cuestionarios, se ha usado a menudo el alfa de Cronbach. En la mayoría de las circunstancias, un valor alfa de Cronbach de 0,70 o superior se considera aceptable; sin embargo, el umbral puede cambiar según la situación y la finalidad de la herramienta de medición. Recuerde que la homogeneidad del constructo que se evalúa y la cantidad de ítems del instrumento inciden en el alfa de Cronbach.

### 3.9. Diseños para las evaluaciones de hipótesis

Partiendo de las presunciones de que las poblaciones de las que se toma la información muestral se distribuyen normales con la misma varianza y que las muestras son independientes, se realiza el Anova. El Anova se presenta en varias formas: Anova con medición repetida, Anova de covarianza, Anova de un factor, Anova de dos factores Anova, etc.

Teorías alternativas y nulas:

En conformidad con el  $H_0$ , no hay variaciones apreciables en las medias del grupo. Al menos la media de un grupo difiere considerablemente de los demás, en conformidad la  $H_1$ .



## **Tipos de ANOVA:**

Acciones repetidas ANOVA: Examina las dimensiones de las mismas Unidades (sujetos) en diversas circunstancias o períodos.

Prueba F: para establecer si las diferencias de medias grupales son mayores de lo que se predeciría por casualidad, el ANOVA emplea el estadístico F.

La vinculación de la variabilidad dentro del grupo dividida por la variabilidad entre los grupos produce la estadística F.

Grados de libertad: se han calculado niveles de libertad en adición para cada uno de los factores, así como para el interactuar de los componentes en un ANOVA de dos vías.

## **Análisis del hallazgo:**

Se rechazaría la teoría nula y se supondría que al menos una de las medias del grupo difiere sustancialmente si la valoración p para la evaluación F es inferior que un grado significativo predeterminado, que suele ser 0,05.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos

##### *4.1.1. Parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac*

Los principales parámetros para plantear un diseño del sistema urbano de drenajes sostenibles.

##### **4.1.1.1. Precipitación**

**Definición:** La mayor cantidad de agua que cae de la atmosfera en forma de lluvia, nieve, granizo u otros tipos de precipitación.

##### **Consideraciones Importantes:**

**Intensidad de la Precipitación (I):** Cantidad de lluvia caída por unidad de tiempo, generalmente expresada en mm/hora. Es fundamental para dimensionar el sistema de drenaje.

**Duración y Frecuencia:** La frecuencia y la duración de las circunstancias de lluvia también influyen en el diseño del SUDS. Se utilizan periodos de retorno (e.g., 1 en 10 años) para planificar eventos de diseño extremos.

Para continuar con la selección de datos se presenta las intensidades de las lluvias que se exponen en la localidad distrital de Juliaca, esta presenta se realiza por cada mes.

**Tabla 2**

*Datos de la intensidad de precipitaciones pluviales*

Nº	Meses	Precipitación (mm/hora)
01	Enero	0.093
02	Febrero	0.157
03	Marzo	0.133
04	Abril	0.029
05	Mayo	0.026
06	Junio	0.000
07	Julio	0.006
08	Agosto	0.003
09	Setiembre	0.007
10	Octubre	0.088
11	Noviembre	0.060
12	Diciembre	0.092
	Promedio	0.058

*Nota.* SENAMHI.

**Datos finales:**

Años de diseño 5 años

Intensidad de la lluvia en la zona



### 4.1.1.2. Análisis de precipitación

#### Histograma de diseño

Se define el histograma de precipitación por sistema del conjunto alterno según el M.D.C., lo cual definir el hietograma de precipitación efectiva. Mediante un sistema del conjunto alterno la cual da las indicaciones:

- Se determina el periodo de un aguacero para una permanencia de 180 min, se debe determinar las curvas masas de aguacero para una duración de 0 y 180 min, de acuerdo a la intensidad de lluvia.
- La curva IDF se calcula mediante la intensidad, para varios intervalos de periodos, menores a duración de la precipitación.
- Determina la precipitación para cada uno de los intervalo de periodos calculando el paso anterior multiplicando la intensidad por duración.

Ecuación de precipitación unitaria:

$$P = I.t$$

Cuando:

P = Precipitación / tiempo (mm)

I = Intensidad de la avenida (L/s/Ha)

T = Intervalo de tiempo 5 min x 3 hrs.

La diferencia de precipitación de cada intervalo de tiempo se calcula restando el total de precipitación del intervalo de tiempo anterior del total del intervalo de tiempo actual.



$$\Delta P = P_i - P_{i-1}$$

Para:

$\Delta P$  = Precipitación diferencial (mm)

$P_i$  = Precipitación dif. Acum. por intervalo T (mm)

$P_{i-1}$  = Precipitación dif. Por intervalo de T (mm)

- La precipitación máxima se determina aproximadamente en la mitad de duración de la lluvia, definida por intervalo de lluvia de cinco minutos.
- Los caculos de las precipitaciones para cada intervalo de tiempo se harán en orden descendente de derecha a izquierda de las precipitaciones mayores, tal que las menores se presenten al inicio y al final del histograma.

La tabla muestra los hietogramas de precipitaciones durante un periodo de cinco años, así como los resultados de precipitaciones diferenciales para sistemas no convencionales aplicados a un área completa y evaluados cada hora (hasta tres horas).



**Tabla 3**

*Cálculo de la precipitación diferencial para un intervalo de una hora*

5 años		Tiempo estudio		1 hora		
Duración	Intensidad	Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo		Precipitación
min	mm/m	mm	mm	min	min	mm
5	116.895	9.741	9.741	0	5	1.156
10	101.138	16.856	7.115	5	10	1.579
15	88.985	22.256	5.39	10	15	2.24
20	79.338	26.446	4.2	15	20	3.347
25	71.504	29.793	3.347	20	25	5.39
30	65.021	32.51	2.717	25	30	7.741
35	59.572	34.75	2.24	30	35	7.115
40	54.931	36.62	1.87	35	40	4.2
45	50.932	38.199	1.579	40	45	2.717
50	47.454	39.545	1.345	45	50	1.87
55	44.401	40.701	1.156	50	55	1.345
60	41.701	41.701	1	55	60	1

**Figura 6**

*Histograma tormenta de diseño para intervalo de 5 años en 1 hora*



**Tabla 4**

*Precipitación diferencial de 2 horas*

5 años		Tiempo estudio		2 horas		
Lapso	intensidad	profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo		Precipitación
min	mm/m	mm	mm	min	min	mm
5	116.895	9.741	9.741	0	5	0.274
10	101.138	16.856	7.115	5	10	0.337
15	88.985	22.256	5.39	10	15	0.149
20	79.338	26.446	4.2	15	20	0.527
25	71.504	29.793	3.347	20	25	0.672
30	65.021	32.51	2.717	25	30	0.871
35	59.572	34.75	2.24	30	35	1.156
40	54.931	36.62	1.87	35	40	1.579
45	50.932	38.199	1.579	40	45	2.24

50	47.454	39.545	1.345	45	50	3.347
55	44.401	40.701	1.156	50	55	5.39
60	41.701	41.701	1	55	60	9.741
65	39.298	42.573	0.871	60	65	7.115
70	37.145	43.336	0.763	65	70	4.2
75	35.206	44.007	0.672	70	75	2.717
80	33.451	44.601	0.594	75	80	1.87
85	31.855	45.128	0.527	80	85	1.345
90	30.398	45.597	0.469	85	90	1
95	29.063	46.016	0.419	90	95	0.763
100	27.835	46.391	0.376	95	100	0.594
105	26.702	46.729	0.337	100	105	0.469
110	25.654	47.032	0.304	105	110	0.376
115	24.682	47.306	0.274	110	115	0.304
120	23.777	47.554	0.47	115	120	0.247

**Figura 7**

*Histograma tormenta de diseño de 5 años en 2 horas*



**Tabla 5***Precipitación diferencial de 3 horas*

5 años		Tiempo estudio		3 horas		
Lapso	intensidad	profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo		Precipitación
min	mm/m	mm	mm	min	min	mm
5	116.895	9.741	9.741	0	5	0.086
10	101.138	16.856	7.115	5	10	0.104
15	88.985	22.256	5.39	10	15	0.126
20	79.338	26.446	4.2	15	20	0.152
25	71.504	29.793	3.347	20	25	0.184
30	65.021	32.51	2.717	25	30	0.224
35	59.572	34.75	2.24	30	35	0.274
40	54.931	36.62	1.87	35	40	0.337
45	50.932	38.199	1.579	40	45	0.419
50	47.454	39.545	1.345	45	50	0.527
55	44.401	40.701	1.156	50	55	0.672
60	41.701	41.701	1	55	60	0.871
65	39.298	42.573	0.871	60	65	1.156
70	37.145	43.336	0.763	65	70	1.579
75	35.206	44.007	0.672	70	75	2.24
80	33.451	44.601	0.594	75	80	3.347
85	31.855	45.128	0.527	80	85	5.39
90	30.398	45.597	0.469	85	90	9.741



---

95	29.063	46.016	0.419	90	95	7.115
100	27.835	46.391	0.376	95	100	4.2
105	26.702	46.729	0.337	100	105	2.717
110	25.654	47.032	0.304	105	110	1.87
115	24.682	47.306	0.274	110	115	1.345
120	23.777	47.554	0.47	115	120	1
125	22.933	47.778	0.224	120	125	0.763
130	22.145	47.98	0.203	125	130	0.594
135	21.406	48.165	0.184	130	135	0.469
140	20.714	48.332	0.167	135	140	0.376
145	20.062	48.483	0.152	140	145	0.304
150	19.449	48.621	0.138	145	150	0.247
155	18.87	48.747	0.126	150	155	0.203
160	18.323	48.861	0.114	155	160	0.167
165	17.805	48.965	0.104	160	165	0.138
170	17.315	49.059	0.094	165	170	0.114
175	16.85	49.145	0.086	170	175	0.094
180	16.408	49.223	0.078	175	180	0.078

---

**Figura 8**

*Histograma tormenta de diseño de 5 años en 3 horas*



### Histograma de escorrentía superficial y unitaria

Para calcular el hidrograma unitario en una superficie de implantación no convencional, se mide el volumen en intervalos de 5 minutos por cada hora, durante un periodo de 3 horas, según el manual de drenaje:

Ecuación de volumen unitario de lluvia en el intervalo de tiempo:

$$V = Ad$$

Dónde:

$V$  : Vol. de precipitación por unidad de tiempo (m<sup>3</sup>/min)

$d$  : Milímetros de precipitación total efectiva. (mm).

$A$  : Área de drenaje, en (km<sup>2</sup>)

El hidrograma unitario de precipitaciones netas es una representación gráfica de la altitud total de escorrentía efectiva o neta de las precipitaciones,

que se determina en cada intervalo midiendo la intensidad de las precipitaciones a lo largo de un período controlado de forma constante:

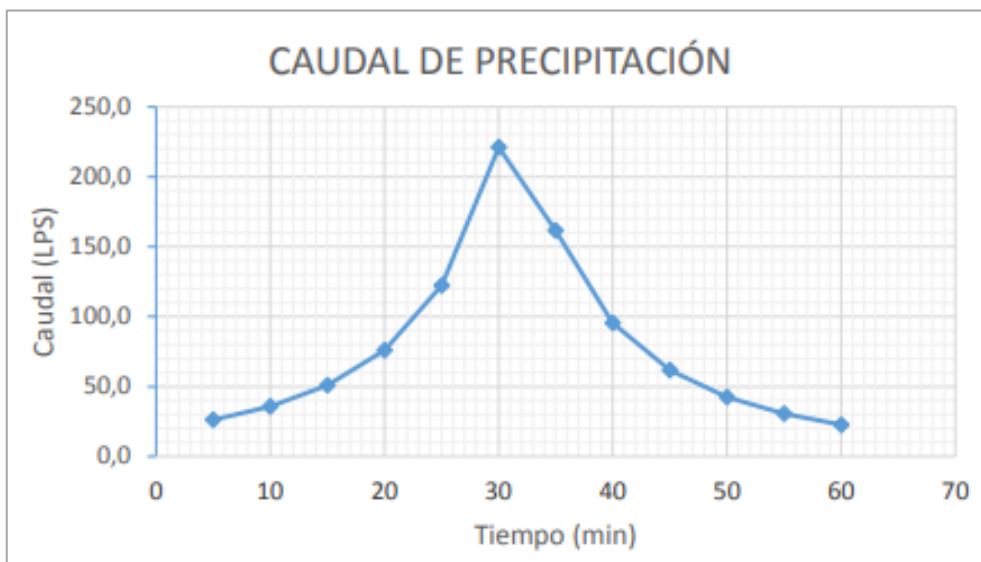
**Tabla 6**

*Cálculo caudal por 5 min de 1 hora*

<b>Precipitación</b>	<b>V. lluvia</b>	<b>Q</b>
m	m <sup>3</sup> /(c.5min)	LPS
0.0012	7.8	26.2
0.0016	10.7	35.8
0.0022	15.2	50.8
0.0033	22.7	75.9
0.0054	36.7	122.3
0.0097	66.3	221.1
0.0071	48.4	161.5
0.0042	28.6	95.3
0.0027	18.5	61.6
0.0019	12.7	42.4
0.0013	9.1	30.5
0.0010	6.8	22.7

**Figura 9**

*Histograma caudal pico, P. de retorno en 5 años /1hr*



Como resultado se tuvo en el área de implantación un volumen total por cada intervalo de 1 hora, un caudal máximo de 221.13 l/s.

**Tabla 7**

*Caudal por 5 min para 2 horas*

Precipitación	V. lluvia	Q
m	m <sup>3</sup> /(c.5min)	LPS
0.0003	1.80	6.22
0.0003	2.30	7.66
0.0004	2.80	7.52
0.0005	3.50	11.90
0.0007	4.57	15.24
0.0009	5.93	19.78
0.0012	7.87	26.24



---

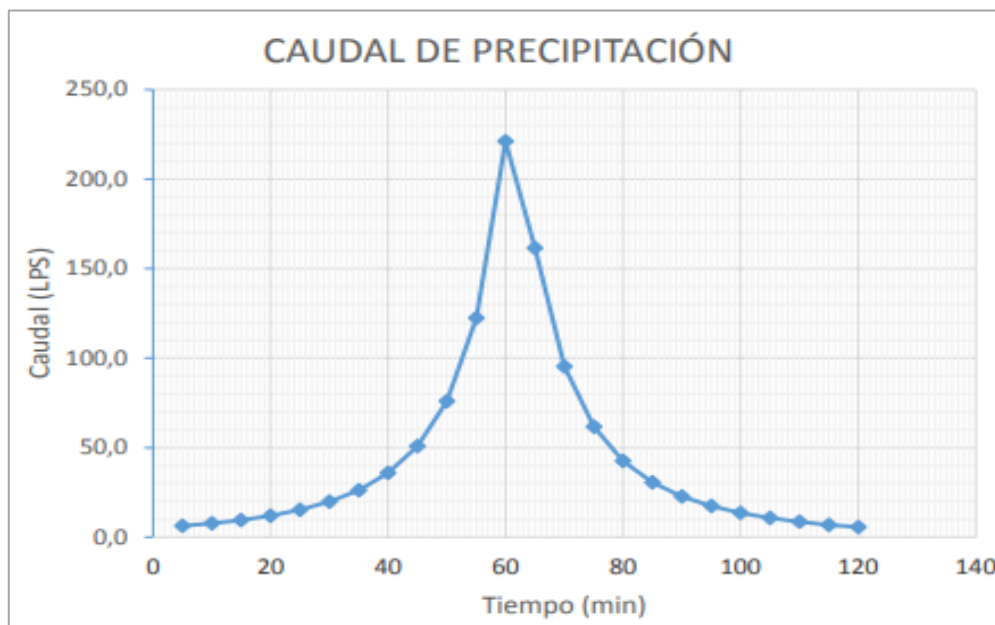
0.0016	10.75	35.84
0.0022	15.20	50.84
0.0033	22.70	75.90
0.0054	36.70	122.30
0.0097	66.30	221.10
0.0071	48.40	161.51
0.0042	28.60	95.34
0.0027	18.50	61.60
0.0019	12.00	42.45
0.0013	9.16	30.54
0.001	6.81	22.71
0.0008	5.20	17.32
0.0006	4.04	13.48
0.0005	3.20	10.65
0.0004	2.56	8.52
0.0003	2.07	6.89
0.0002	1.69	5.62

---

Se tuvo un caudal máximo de 221.13 l/s. en el área de implantación en el área total un volumen de implantación por cada intervalo de 1 hora.

**Figura 10**

*Histograma caudal pico, P. de retorno de 5 años por 2 horas*



**Tabla 8**

*Cálculo caudal x 5 min para 3 horas*

Precipitación	V. lluvia	Q
m	m3/(c.5min)	LPS
0.0009	0.58	1.95
0.001	0.71	2.36
0.0013	0.85	2.85
0.0015	1.03	3.45
0.0018	1.25	4.18
0.0022	1.52	5.08
0.0027	1.86	6.22
0.0034	2.3	7.66



---

0.0042	2.85	9.52
0.0053	3.59	11.96
0.0067	4.57	15.24
0.0087	5.93	19.78
0.0116	7.87	26.24
0.0158	10.75	35.84
0.0224	15.25	50.84
0.0335	22.79	75.98
0.0539	36.7	122.35
0.0974	66.34	221.13
0.0712	48.45	161.51
0.042	28.6	95.34
0.0272	18.5	61.68
0.0187	12.74	42.45
0.135	9.16	30.54
0.001	6.81	22.71
0.0076	5.2	17.32
0.0059	4.04	13.48
0.0047	3.2	10.65
0.0038	2.56	8.52
0.003	2.07	6.89
0.0025	1.69	5.62
0.002	1.38	4.61
0.0017	1.14	3.79

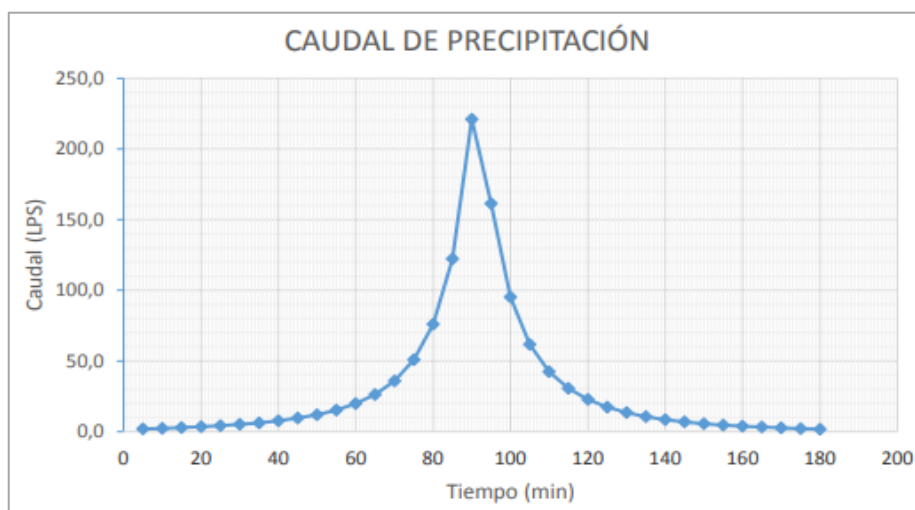
---

14	0.94	3.13
0.0011	0.78	2.59
0.00009	0.64	2.14
0.00008	0.53	1.77

Se logra obtener un caudal máximo de 221.13 l/s. En el área total de implantación un volumen por un intervalo a cada 1 hora.

**Figura 11**

*Histograma caudal pico P. de retorno de 5 años para 3 horas*



### 4.1.1.3. Áreas de drenaje

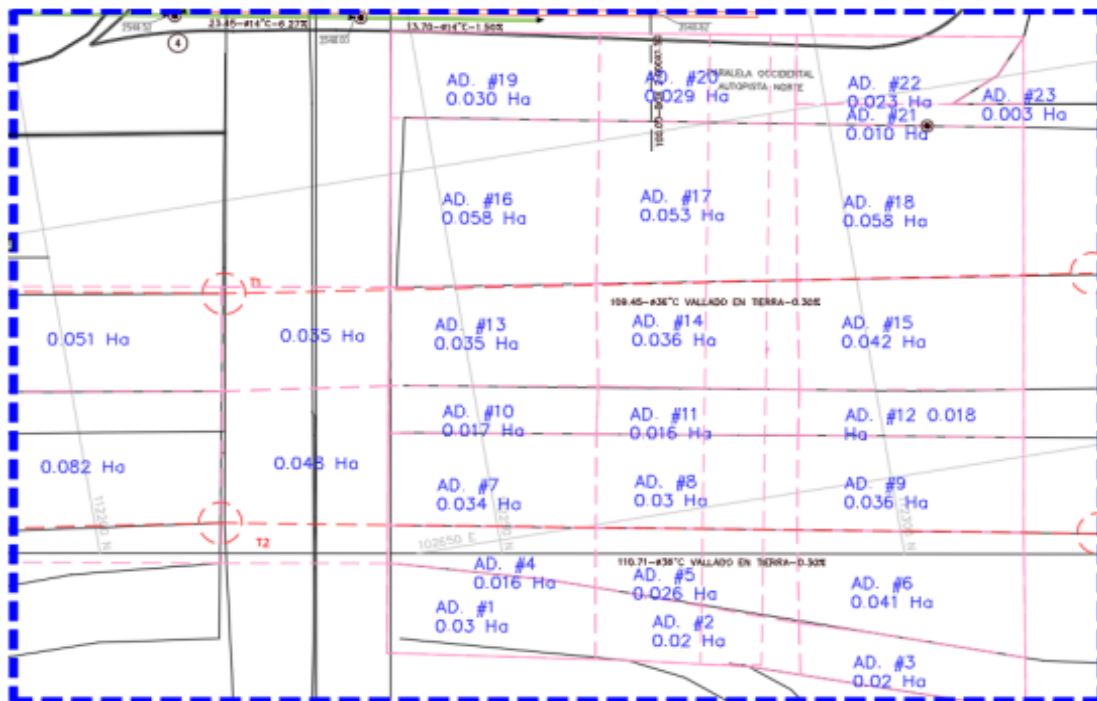
Se define drenajes de áreas. Mediante la información topográfica del proyecto IDU número 1638-2013, realizada y complementada de este modo el área de drenaje se implanta de la forma efectiva, provenientes de aguas superficiales por medio de escorrentía en las vías.

En lugar de áreas seleccionado en lugar de influencia de investigación se determina, obtener el tipo de material y reconocer en el diseño, para su implementación del SUDS, los puntos de descarga y conexión.

Seguidamente, señalamos el plano de localización de cada punto de las áreas en el siguiente cuadro:

**Figura 12**

*Áreas de drenaje y ubicación topográfica*



**Tabla 9**

*Áreas de drenaje*

Área en el plano	Área (Ha)	Área (m2)
1	0.03	300
2	0.02	200
3	0.02	200
4	0.016	160
5	0.026	260
6	0.041	410



---

7	0.034	340
8	0.03	300
9	0.036	360
10	0.017	170
11	0.016	160
12	0.018	180
13	0.035	350
14	0.036	360
15	0.042	420
16	0.058	580
17	0.053	530
18	0.058	580
19	0.03	300
20	0.029	290
21	0.01	100
22	0.023	230
23	0.003	30
<hr/>		
Total	0.681	6810

---

**Figura 13**

*Capacidad hidráulica (área)*



#### 4.1.1.4. Determinaciones curvas IDF

En el área de estudio para la determinación de la intensidad de lluvia máxima, a través del tiempo de retorno Lapso y frecuencia de tormenta de diseño, los datos serán suministrados por EAB. La investigación por medio de la información será caracterizada según las coordenadas por lo cual se obtiene la intensidad de la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad} = C1 * (\text{Lapso} + X_0)^{C2}$$

Según la ecuación, la intensidad de la larga frecuencia da como resultado que la intensidad esté relacionado con la Lapso de lluvia y su tiempo de retorno. La cual da los resultados siguientes: (ver tabla), se muestra en el grafico numero 1 la fuerza vs Lapso, en relación con su correspondiente coeficiente proporcionado por la EAB sobre el P. de retorno.



**Tabla 10**

*Evaluación de intensidad (IDF) – tabla 1*

<b>Cálculo de la intensidad (ecuación calculo curvas) IDF</b>						
Lapso (min)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
10	90.91	101.14	114.41	131.63	144.07	156.37
20	70.83	79.34	89.99	103.72	114.03	123.93
30	57.70	65.02	73.9	85.29	94.04	102.31
40	48.67	54.93	62.54	72.26	79.81	86.9
50	41.96	47.45	54.1	62.57	69.2	75.4
60	36.91	41.7	47.6	55.09	60.99	66.49
70	32.75	37.14	42.44	49.16	54.45	59.39
80	29.47	33.45	38.25	44.33	49.13	53.62
90	26.76	30.4	34.79	40.34	44.73	48.83
100	24.4	25.65	31.88	36.99	41.02	44.79
110	22.56	23.78	29.4	34.13	37.85	41.35
120	20.9	22.14	27.27	31.67	35.12	38.38
130	19.46	20.71	25.41	29.52	32.75	35.8
140	18.2	19.45	23.78	27.64	30.66	33.52
150	17.08	18.32	22.34	25.97	28.81	31.51
160	16.09	17.32	21.05	24.49	27.16	29.72
170	15.2	17.32	19.91	23.16	25.69	28.11
180	14.41	16.41	18.87	21.96	24.36	26.66
Lapso	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años



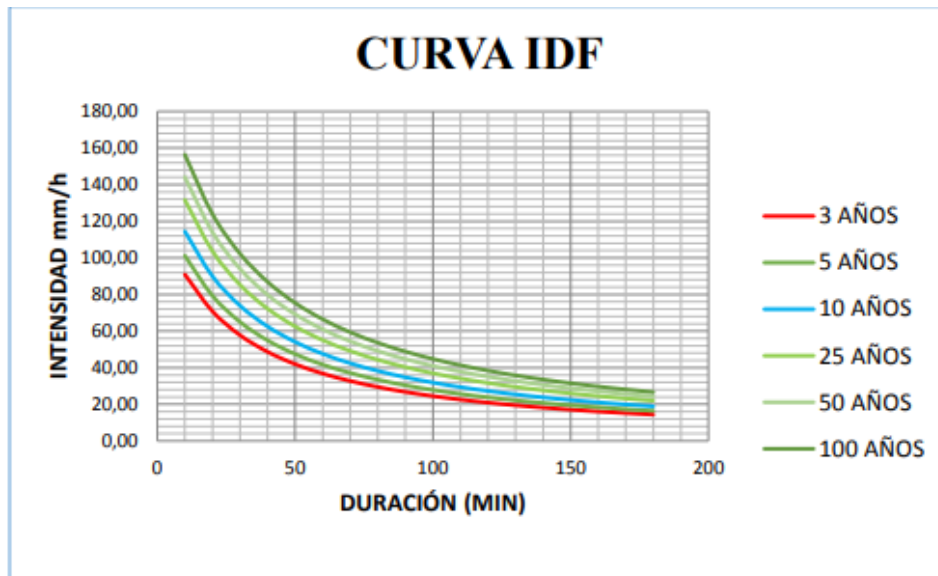
**Tabla 11**

*Evaluación de intensidad – tabla 2*

<b>Evaluación de la intensidad (ecuación calculo curvas) IDF</b>						
Lapso (min)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
	251.84	280.15	316.93	364.62	399.08	433.15
	196.19	219.77	249.28	287.3	315.87	343.3
	160.08	180.11	204.71	236.26	260.49	283.39
	134.83	152.16	173.23	200.15	221.09	24.72
	116.23	131.45	149.85	173.31	191.68	208.85
	101.97	115.51	131.84	152.6	168.93	184.17
	90.72	102.89	117.55	136.16	150.83	164.52
	81.62	92.66	105.96	122.81	136.1	148.52
Segundos intensidad (L/S/Ha)	74.12	84.2	96.37	111.75	123.89	135.25
	67.83	77.1	88.3	102.46	113.61	124.08
	62.49	71.06	81.44	94.54	104.85	114.55
	57.89	65.86	75.53	87.71	97.29	106.32
	53.9	61.34	70.38	81.77	90.71	99.16
	50.41	57.38	65.87	76.56	84.92	92.86
	47.32	53.87	61.88	71.94	79.81	87.29
	44.57	50.75	58.32	67.83	75.25	82.32
	42.12	47.96	55.14	64.15	71.16	77.86
	39.91	45.45	52.27	60.83	67.47	73.85
Intensidad máxima	251.84	280.15	316.93	364.62	399.08	433.15

**Figura 14**

Comparativa curvas intensidad Lapso y frecuencia (curvas IDF)



#### 4.1.1.5. Tiempos de concentración

Se define los periodos de concentración con un intervalo en (ha), con relación al inicio del tiempo de precipitación hasta finalizar la escorrentía del agua. es donde las aguas superficiales se concentran en ciertos puntos, para definir estos tiempos de concentración se toma como referencia las ecuaciones siguientes:

Kirpich dice:

$$T_c = 0.06628 \left( \frac{L}{50.5} \right)^{0.77}$$

$T_c$  : Duración de concentración (h)

$L$  : Extensión del cauce principal (km)

S : Inclinación total del cauce principal, determinada por la variación entre la elevación máxima y mínima (m/m)

Temez dice:

$$T_c = 0.683 \left( \frac{LA^{0.40}}{DS^{0.25}} \right)$$

Tc: Duración de concentración (h)

L: Extensión del cauce principal (km)

S: Inclinación total del cauce principal (%)

A: Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

D: Diámetro de la cuenca (km).

La avenida Manco Cápac, se comenzó a analizar el tiempo de concentración de agua, lo cual demuestre el P. de acumulación de agua superficial sobre la carretera, por lo tanto se realiza por las tres ecuaciones obteniendo un promedio de tiempo de concentración en horas.

**Tabla 12**

*Tiempos de concentración*

Tiempos de concentración Según Área de estudio						
	kirpich		Temez		Williams	
Tc(h)	6.86	Tc(h)	2.70	Tc(h)	8.21	
	Tc = promedio (h)				5.92	

*Nota:* Manual de drenaje INVIAS

**Tabla 13**

*Información relevante sobre la superficie de la vía para la propuesta.*

Área total (m <sup>2</sup> )	Longitud estudio (m)	Máxima elevación (m.s.n.m.)	Mínima elevación (m.s.n.m.)
104738.35	7829	3824	3822

**4.1.1.6. Escorrentía****Definición:**

El agua de lluvia la cual no se infiltra en el suelo y fluye por encima de superficie del terreno.

**Consideraciones Importantes:**

**Coefficiente de Escorrentía (C):** Representa la fracción de la precipitación que se transforma en escorrentía. Depende del tipo de superficie (impermeable vs. permeable).

**Tabla 14**

*Coeficiencia de escorrentía*

Coeficiente de escorrentía	
Tipos de superficie C	C
Zonas urbanizadas (áreas residenciales, comerciales, industriales, vías, andenes, etc.)	
Cubiertas	0.85
Superficies en concreto	0.85
Superficies adoquinadas	0.75

Vías no pavimentadas y superficiales con suelos compactados	0.6
Zonas verdes (jardines, parques, etc.,)	0.13
Terreno arenoso ondulado (drenaje)	0.16
Terreno plano (pendiente menor al 2%)	0.25
Terreno promedio (pendiente entre el 2% y el 7%)	0.35
Terreno de alta pendiente (pendiente superior al 7%)	0.4

**Tabla 15**

*Coeficiencia de escorrentía en suelo.*

Topografía y vegetación	Tipo de suelo		
	Tierras arenosas	Limo arcilloso	Arcilla pesada
Bosques			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
Praderas			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
Terrenos de cultivo			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

*Nota.* RNE. OS.060.

Por lo general en área de drenaje la superficie se establece en lugar de implantación para el diseño con un coeficiente de infiltración de suelo, lo cual será definida como impermeabilidad, así como el uso de las zonas de desarrollo urbano, como en zonas pendientes u otros según la norma técnica, con una unidad de medida adimensional.

**Tabla 16***Coeficiente de infiltración proyectado*

Área en el plano	Área(ha)	Tipo superficie	Coeficiente de escorrentía
1	0.03	Terreno arenoso	0.8
2	0.02	Terreno arenoso	0.8
3	0.02	Terreno arenoso	0.8
4	0.016	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
5	0.026	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
6	0.041	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
7	0.034	Terreno arenoso	0.8
8	0.03	Terreno arenoso	0.8
9	0.036	Terreno arenoso	0.8
10	0.017	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
11	0.016	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
12	0.018	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
13	0.035	Terreno arenoso	0.8



14	0.036	Terreno arenoso	0.8
15	0.042	Terreno arenoso	0.8
16	0.058	Promedio de terreno (pendiente entre el 2% y el 7%)	0.35
17	0.053	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
18	0.058	Promedio de Terreno (pendiente entre 2% y el 7%)	0.35
19	0.03	Terreno arenoso	0.8
20	0.029	Terreno arenoso	0.8
21	0.01	Terreno arenoso	0.8
22	0.023	Terreno arenoso	0.8
23	0.003	Promedio de Terreno (pendiente entre el 2% y el 7%)	0.35
Total	0.681	Promedio de coeficiente de escorrentía	0.60

Se evalúa el caudal, para cada parte de las áreas de acuerdo a la IDF y tiempo de retorno, indicando el pico de caudal de diseño, lo cual establece parámetros necesarios para el diseño del sistema.

#### 4.1.1.7. Caudales de diseño

El caudal de diseño será obtenido mediante el método racional del área de investigación caracterizada y establecida, del análisis hidrológico.

Ecuación método racional:

$$Q = C * I * A$$

Para:

Q : Caudal de diseño ( $m^3/s$ ) y/o ( $l/s$ )

C : Coeficiente de infiltración

I : Intensidad de lluvia, tiempo de concentración de la superficie de drenaje y al P. de retorno especificado ( $L/s/Ha$ )

A : superficie de drenaje ( $Ha$ )

**Tabla 17**

*Método racional para el caudal*

Número de puntos	Área (ha)	Qmax. (3 años) promedio en área L/S	Qmax (5 años) promedio en área L/S	Qmax (10 años) promedio en área L/S	Qmax (20 años) promedio en área L/S	Qmax (50 años) promedio en área L/S	Qmax (100 años) promedio en área L/S
1	0.03	6.04	6.72	7.61	8.75	9.58	10.4
2	0.02	4.03	4.48	5.07	5.83	6.39	6.93
3	0.02	4.03	4.48	5.07	5.83	6.39	3.93
4	0.016	1.41	1.57	1.77	2.004	2.23	2.43
5	0.026	2.29	2.55	2.88	3.32	3.63	3.94
6	0.041	3.61	4.02	4.55	5.23	5.73	6.22
7	0.034	6.85	7.62	8.62	9.92	10.85	11.78
8	0.03	6.04	6.72	7.61	8.75	9.58	10.4
9	0.036	7.25	8.07	9.13	10.5	11.49	12.47
10	0.017	1.5	1.67	1.89	2.17	2.37	2.58
11	0.016	1.41	1.57	1.77	2.04	2.23	2.43
12	0.018	1.59	1.76	2	2.3	2.51	2.73
13	0.035	7.05	7.84	8.87	10.21	11.17	12.13

14	0.036	7.25	8.07	9.13	10.5	11.49	12.47
15	0.042	8.46	9.41	10.65	12.25	13.41	14.55
16	0.058	5.11	5.69	6.43	7.4	8.1	8.79
17	0.053	4.67	5.2	5.88	6.76	7.4	8.03
18	0.058	5.11	5.69	6.43	7.4	8.1	8.79
19	0.03	6.04	6.72	7.61	8.75	9.58	10.4
20	0.029	5.84	6.5	7.35	8.46	9.26	10.05
21	0.01	2.01	2.24	2.54	2.92	3.19	3.47
22	0.023	4.63	5.15	5.83	6.71	7.34	7.97
23	0.003	0.26	0.29	0.33	0.38	0.42	0.45
Total	0.681	102.52	114.05	129.02	148.44	162.46	176.34

Obteniendo como resultado un caudal de diseño de 114,05 l/s. Se junta un caudal pico con un P. de retorno de 5 años para cada área de drenaje.

**Volumen de Escorrentía (Q):** Calculado utilizando la fórmula de escorrentía:

$$Q = C \times I \times A \quad \text{Ecu. (1)}$$

Dónde:

Q = Volumen de escorrentía (m<sup>3</sup>)

C = Coeficiencia de escorrentía

I = Intensidad de la precipitación (m)

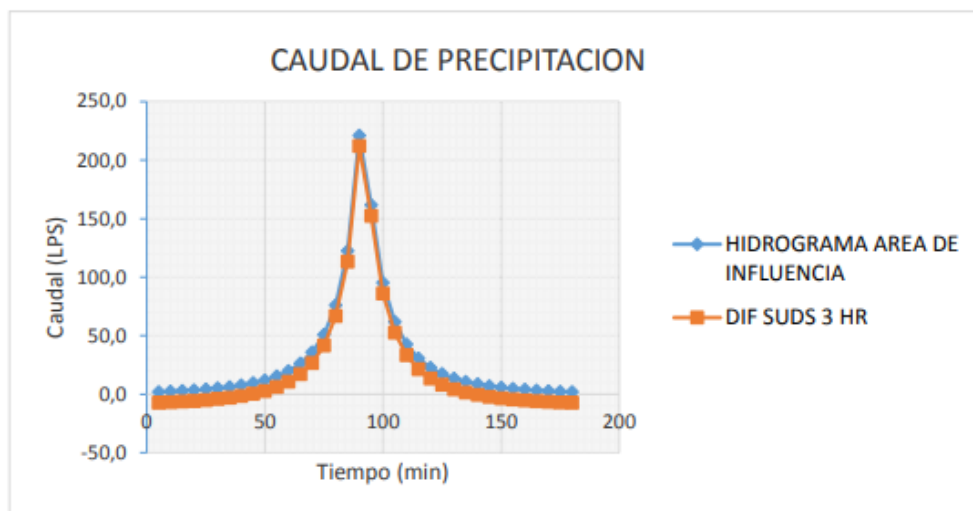
A = Área de la superficie (m<sup>2</sup>).

La investigación de implantación de los SUDS, para el área de influencia se desarrolló el hidrograma para una escorrentía con un intervalo de las tres horas

para un tiempo de retorno de 5 años, lo que garantiza una retención de agua de escorrentía, con un volumen de 29% con respecto al inicial, lo cual nos permite minimizar las velocidades a un 4% lo que favorece a disminuir su Capacidad hidráulica para el sistema pluvial existente para no causar empozamiento en la carretera, lo cual representa en la figura.

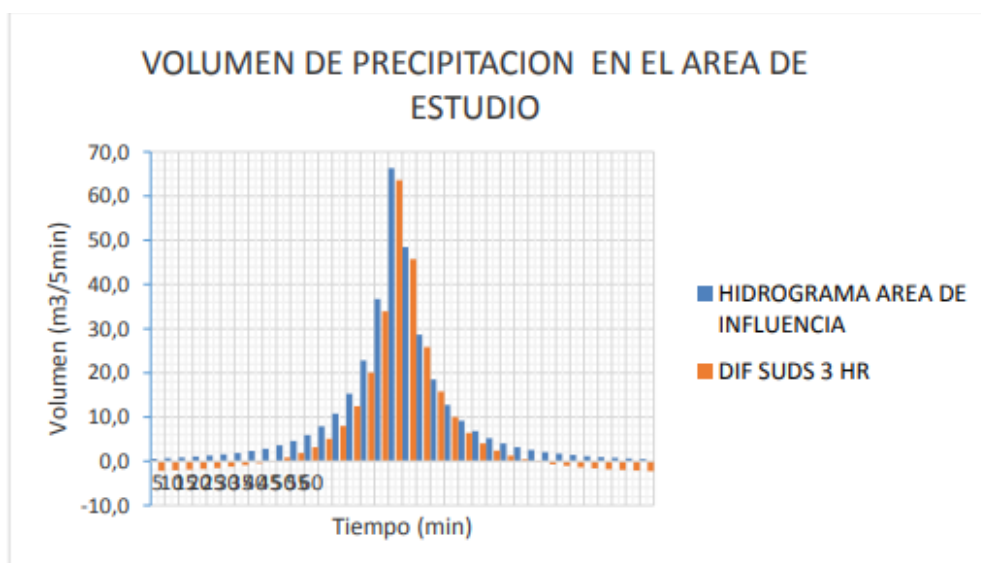
**Figura 15**

*Histograma de escorrentía con SUDS*



**Figura 16**

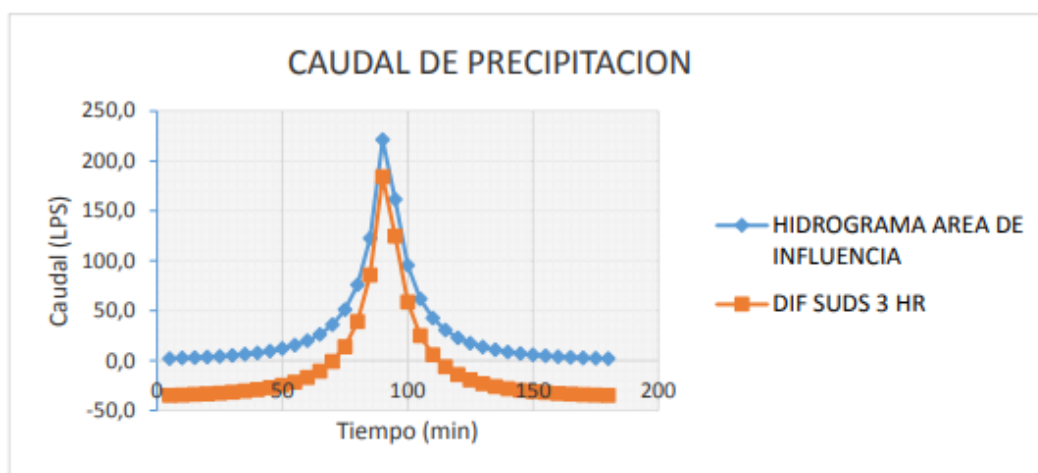
*Volumen de escorrentía con SUDS*



Para la implementación de SUDS de la vía se tiene para tres horas de tiempo de Lapso de escorrentía para un P. de retorno de 5 años, con el análisis presentado con una desigualdad de caudal de 16% y reducción al 100% del volumen con relación inicial.

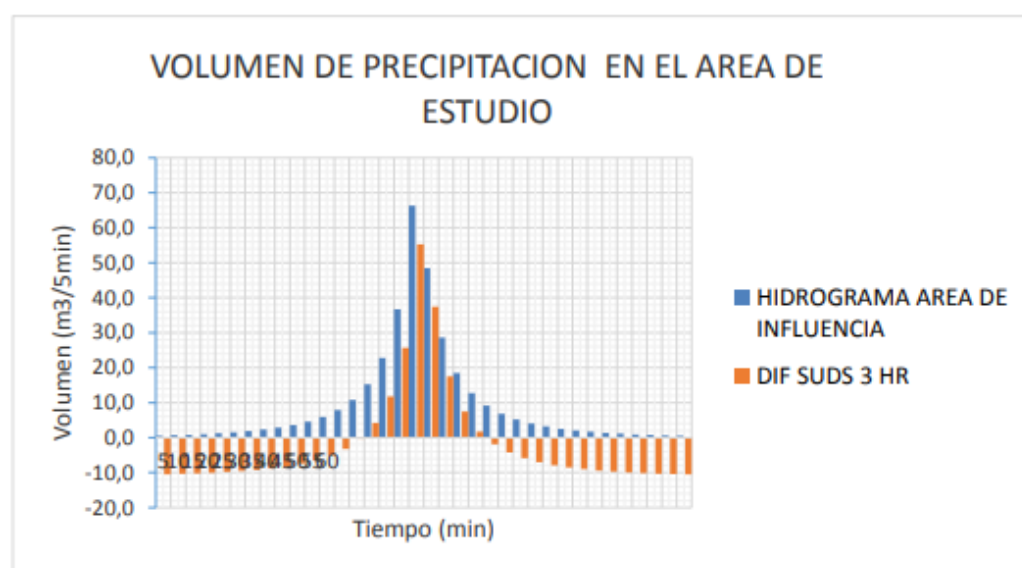
**Figura 17**

*Histograma de escorrentía unitario con SUDS tramo 1*



**Figura 18**

*Volumen de escorrentías con SUDS tramo 2*



#### 4.1.1.8. Análisis de Capacidad hidráulica del sistema pluvial existente

El drenaje pluvial existente a través de un vallado una tubería de 36" no garantizan el drenaje durante un P. de concentración, dada las rapidez de agua de escorrentía requiere que opere con sección a tubo lleno. Se llevó a cabo un análisis de las redes existentes, no se realizaron modificaciones. Por ende, se muestra la localización de la red y las longitudes a través de vallados.

**Figura 19**

*Lugar de la red pluvial*



La red posee drenajes posee el agua a travez de tubería de diametro 36" llevados a un colector que presenta una carencia que consta de tubería de 20" de hormigón con una distancia total de 68.20m, en lado occidental. Para calcular la capacidad, se consideran las zonas correspondientes al sistema de drenaje que opera en la avenida lo cual se muestra en la tabla siguiente:



**Tabla 18**

*Superficie, capacidad de red y tubería pluvial.*

Tramo	L(m)	nodos iniciales	nodo final	Área propia (ha)	Área acumulada (ha)	Área total (ha)	Tiempo de concentración		Caudales de diseño		
							Tiempo de inicio	Tiempo de recorrido	C impara	Intensidad (mm/S/ha)	Q diseño
tramo 1											
PSR137837	109.46	PSR137837	T1	0.148	0	0.148	15	1.82	0.8	246.5	29.2
T1	115.53	T1	Sumidero P1 existente	0.179	0.148	0.327	15	1.93	0.8	246.5	64.5
sumidero existente P1	244.78	sumidero existente P1	vallado entre tubería proyectada	0.585	327	0.912	15	4.08	0.8	246.5	179.8
tramo 2											
PS1	101.71	PS1	T2	0.197	0	0.197	15	1.7	0.8	246.5	38.8
T2	114.29	T2	sumidero existente P2	0.275	0.197	0.472	15	1.9	0.8	246.5	93.1
sumidero existente P2	153.83	Sumidero P2 existente	vallado entrega a tubería 1	0.342	0.472	0.814	15	2.56	0.8	246.5	160.5
vallado entrega a tubería 1	33.72	vallado entrada a tubería uno	20AP	0.084	0.472	0.556	15	0.56	0.8	246.5	109.6
20AP	46.75	20AP	vallado entrega 2	0.124	0.814	0.938	15	0.78	0.8	246.5	185



Por medio de la norma se efectúa por el método racional una infiltración de 0.16, se proporcionó y calculo la intensidad máxima de las lluvias con coordenadas para un tiempo de retorno de 5 años, con Lapso de 15 min. De lluvia Se registró un gasto máximo de 185 l/s al lado central oriental y un caudal 179.80 l/s. en costado occidental. Al comparar la curva IDF, se logró un comparativo detallado.

En la investigación de la tubería de drenaje pluvial, se estableció un área de 16.93km<sup>2</sup> y una longitud de 68.20m, correspondiente a la zona de drenaje conectado. Se realizó el análisis de tubería actual, con la que se estableció un flujo de 93.00 m<sup>3</sup>/s, los cuales muestran los resultados en el siguiente cuadro:



**Tabla 19**

*Cálculo de capacidad de red y tubería pluvial.*

<b>Diseño hidráulico conceptual (revisión actual) tramo 1</b>												
<b>Características generales</b>			<b>Características físicas</b>				<b>Características hidráulicas</b>					
ID	Longitud tubería	S(%)	Qd total (l/s)	Do (mm)	material	n de Manning	Vo (m/s)	Yn (min)	D (mm)	y/Do (%)	V (m/s)	Fr
PSR137837	109.4	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
T1	115.5	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
sumidero existente P1	244.7	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
<b>Diseño hidráulico conceptual (revisión actual) tramo 2</b>												
PS1	101.7	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
T2	114.2	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
sumidero existente P2	153.8	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
vallado a tubería 1	33.7	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado
20AP	46.7	0.3	9300	914	Concreto	0.015	1.36	914	presurizado	100	141.74	presurizado



Lo que se aprecia la suficiencia de la tubería que se encuentra a un 100% con respecto al radio hidráulico, con velocidades máximas. Así el P. de conservación de agua se incrementa, lo que provoca la acumulación de agua de escorrentía.

#### ***4.1.2. Parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de San Miguel.***

##### **4.1.2.1. Aceptación y Apoyo Comunitario**

###### **Definición:**

El grado en que la comunidad acepta y apoya la implementación de SuDS.

###### **Consideraciones Importantes:**

**Educación y Concienciación:** Informar a la comunidad sobre los beneficios de SuDS, incluyendo la optimización de calidad del agua, la disminución de riesgo de inundaciones y la creación de espacios verdes.

**Participación Ciudadana:** Involucrar a los residentes en el procedimiento de planificación y diseño para fomentar el sentido de propiedad y responsabilidad.

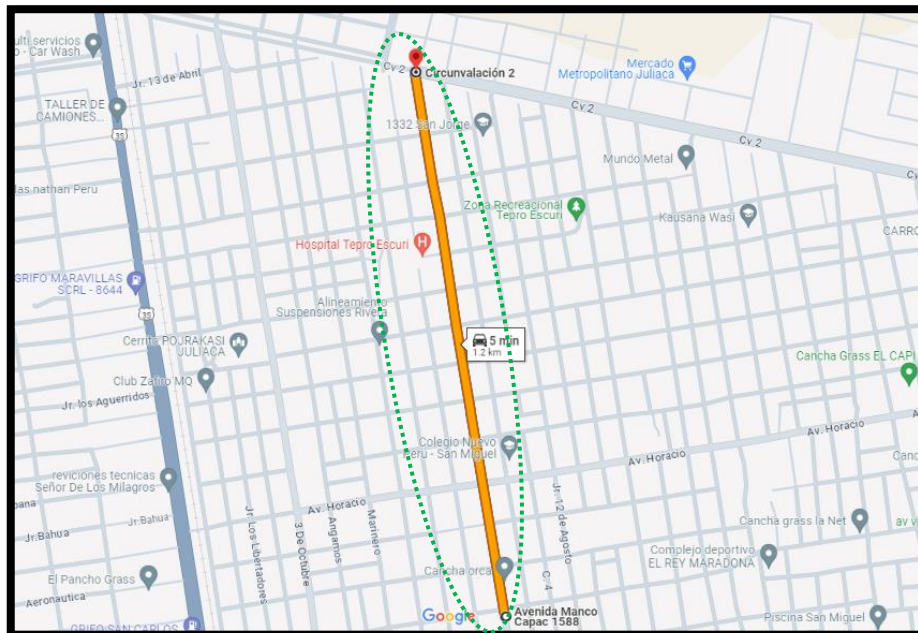
###### **Estrategias:**

**Talleres y Charlas Informativas:** Realizar sesiones educativas para explicar qué son los SuDS y sus beneficios.

**Encuestas y Consultas Públicas:** Recoger opiniones y preocupaciones de la comunidad para adaptar los diseños a las necesidades locales.

**Figura 20**

*Ubicación de la Av. Manco Cápac*



### 4.1.2.2. Estética y Uso del Espacio

#### **Definición:**

El impacto visual y funcional de los SuDS en el entorno urbano.

#### **Consideraciones Importantes:**

**Diseño Atractivo:** Crear espacios que sean visualmente atractivos y que mejoren el entorno urbano.

**Usos Multifuncionales:** Integrar los SuDS en parques, jardines y otros espacios públicos para que también sirvan como áreas recreativas y de esparcimiento.

#### **Estrategias:**

**Paisajismo:** Incorporar elementos de diseño paisajístico para hacer los SuDS más atractivos.

**Espacios Públicos:** Diseñar SuDS que puedan ser utilizados como áreas de juego, senderos para caminar y espacios para la comunidad.

**Figura 21**

*Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Circunvalación II.*



**Figura 22**

*Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Horacio*



**Figura 23**

*Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Gardenias*



**Figura 24**

*Vista de la sección de Av. Manco Cápac intersección con Av. Asunción*



### 4.1.2.3. Accesibilidad y Seguridad

#### **Definición:**

La facilidad con la que la comunidad puede acceder a los SuDS y la seguridad de estos sistemas.

**Consideraciones Importantes:**

**Acceso Seguro:** Asegurar que los SuDS sean accesibles para todos, incluyendo personas con discapacidades.

**Seguridad en el Diseño:** Implementar medidas de seguridad para evitar accidentes, como barandas alrededor de cuerpos de agua y superficies antideslizantes.

**Estrategias:**

**Diseño Inclusivo:** Garantizar que los SuDS sean accesibles para individuos de todas las edades y Capacidades.

**Características de Seguridad:** Incluir iluminación adecuada, señalización y barreras de seguridad donde sea necesario.

**4.1.2.4. Beneficios Sociales y de Salud****Definición:**

Los beneficios adicionales que los SuDS pueden ofrecer a la comunidad, más allá del manejo del agua.

**Consideraciones Importantes:**

**Mejora de la Salud Mental y Física:** Proveer espacios verdes que promuevan la actividad física y el bienestar mental.

**Educación Ambiental:** Utilizar los SuDS como herramientas educativas para enseñar a los residentes sobre sostenibilidad y conservación del agua.

## Estrategias:

**Programas Comunitarios:** Organizar actividades como caminatas guiadas, talleres de jardinería y programas de educación ambiental.

**Colaboración con Escuelas:** Integrar SuDS en el currículo escolar mediante visitas educativas y proyectos prácticos.

## Figura 25

*Vista de un posible bienestar social.*



### **4.1.3. Diseño del drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel**

#### **4.1.3.1. Diseño de SUDS**

Se realiza la descripción del diseño del SUDS para su implementación en la vía, la presente investigación se realizará para un sistema sostenible que tendrá integrado un diseño de jardín de lluvia y una zanja de infiltración.

## Jardín de lluvia

Este proyecto sugiere la edificación de un jardín de lluvia, situado en la zona de la calzada de la carretera mixta de Transmilenio, dado que en ese lugar se dan los empozamientos de agua de escorrentía.

### Figura 26

*Ubicación de jardín de lluvia*



A través de la investigación hidrológico se identificaron rasgos que nos permiten demostrar la escasa suficiencia hidráulica de sistemas tradicionales de aguas pluviales en la región. seguidamente se presenta el procedimiento detallado de Evaluación efectuados para el diseño en cuestión:

## Área de drenaje

Es necesario medir el área de drenaje que aporta a la infraestructura en construcción, junto con la sub área de drenaje que aporta a cada punto de entrada de la misma. Los intervalos entre las curvas de niveles deben facilitar la identificación de la dirección del flujo superficial.

### 4.1.3.2. Localización de área de estudio

**Tabla 20**

*Área de estudio*

Área total De estudio (m <sup>2</sup> )	Área total de drenaje(m <sup>2</sup> )	Elevación máxima	Elevación mínima
104738.35	6810	3824	3822

**Figura 27**

*Ubicación de área de drenaje in situ*



**Tabla 21**

*Precipitación promedio*

Parámetro	Valor	unidades
Precipitación Promedio	0.058	mm/h

### Coeficiente de Escorrentía (C):

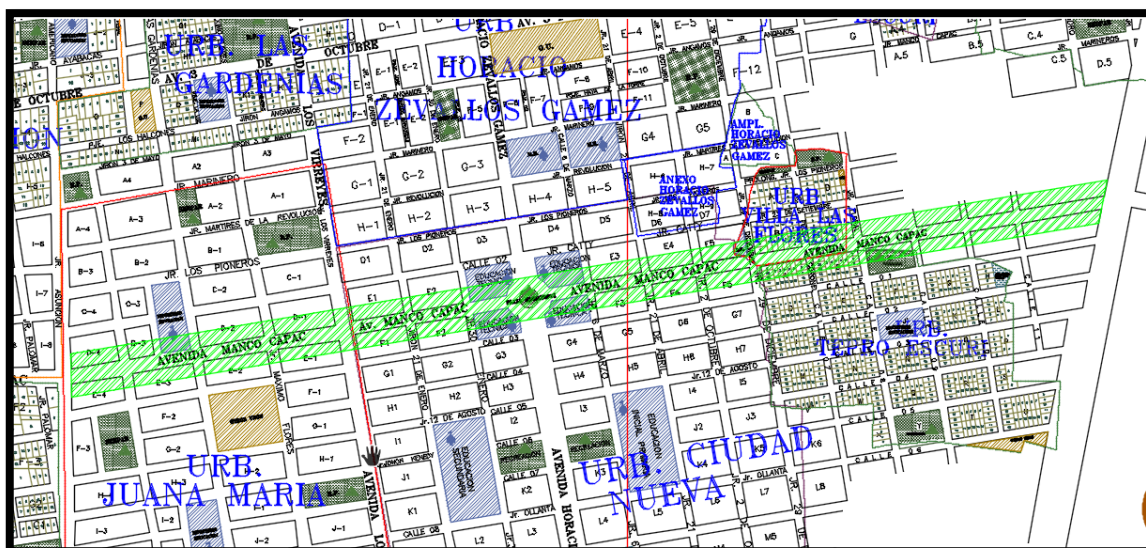
**Tabla 22**

Valor de coeficiente de escorrentía

Topografía y vegetación	Tipo de suelo		
	Tierras arenosas	Limo arcilloso	Arcilla pesada
Ondulado	0.16	0.36	0.55

**Figura 28**

Zona de estudio



Aplicando la formula.

$$C = 0.16$$

$$I = 0.058$$

$$A = 104738.35 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.16 * 0.058 * 104738.35 = 971.972 \text{ m}^3 \text{ Ecu. (2)}$$

### Volumen de escorrentía:

**Tabla 23**

*Volumen total de escorrentía*

Parámetro	Valor	unidades
Volumen de escorrentía en la avenida	971.972	M3
Volumen de escorrentía de área de drenaje	0.114 m3	M3
Volumen de escorrentía total	<b>972.086</b>	M3

**Tabla 24**

*Tiempo de concentración promedio en área de estudio*

Tiempos de concentración Área de estudio					
Ecuación de kirpich		Ecuación de Temez		Ecuación de Williams	
Tc(h)	6.86	Tc(h)	2.7	Tc(h)	8.21
Tc = promedio de las ecuaciones empíricas en (h)					5.92

#### 4.1.3.3. Infiltración

**Definición:** La capacidad del suelo para absorber y permitirse el paso del agua mediante sus capas.

#### Consideraciones Importantes:

**Tasa de Infiltración (f):** Velocidad a la cual el agua se infiltra en el suelo, generalmente expresada en mm/hora. Determinada mediante pruebas de percolación en el sitio.

**Tabla 25**

Valor de la tasa de infiltración a considerar en la zona de estudio

Material	Porosidad (%)	Conductividad Hidráulica K (cm/s)
Arcilla	40 – 70	$10^{-9} - 10^{-5}$

**Capacidad de Infiltración del Suelo:** Depende del tipo de suelo y su estructura. Los suelos arenosos tienen altas tasas de infiltración, mientras que los suelos arcillosos tienen bajas tasas.

**Tabla 26**

Capacidad de infiltración a considerar en la zona de estudio

Parámetro	Valor	Unidades
Tasa de infiltración	122.11	mm/hr.
P. de drenaje	24	Hr.
Porosidad de medio granular	40	%
Altura de Profundidad	1.50	m

**Pruebas de Percolación:**

Realizar pruebas de sitio para determinar la tasa de infiltración real del suelo. Este valor es crucial para dimensionar correctamente el jardín de lluvia y otros SuDS.

**Tabla 27***Datos de conductividad hidráulica en suelos*

Material	Porosidad (%)	Conductividad Hidráulica K (cm/s)
Grava	25 – 40	$10^{-1} - 10^{-2}$
Arena	25 – 50	$10^{-5} - 1$
Limo	35 – 50	$10^{-7} - 10^{-3}$
Arcilla	40 – 70	$10^{-9} - 10^{-5}$

#### 4.1.3.4. Zanja de infiltración

A continuación, la tabla nos muestra la zona de drenaje establecida para un coeficiente y una estructura establecida en la reglamentación del diseño de acuerdo a la ciudad, para cada tipo tales como las zonas duras y blandas.

**Tabla 28***Área para infiltración*

Área de Drenaje				
Estructura	Zona	C	Ad. (m2)	C. ad
Zona de Infiltración	Verde	0.35	6810	2383.50
	Pavimento	0.8	97928.35	78342.68
			104738.35	80726.18

### Diseño hidrológico

De la misma forma se comenzaron a desarrollar los Evaluaciones de construcción para el jardín de lluvia, se determinó una capacidad de calidad de



agua (Vc), que representa el volumen de escorrentía requerido, para que la estructura lo trate. Para este paso se aplica la ecuación siguiente:

Ecuación volumen de calidad de agua Vc

$$Vc = hp * \sum_{i=1}^2 Ci * A_{Ali}$$

### Volumen de calidad de agua

Jardín de lluvia : 1.00

Vc (m3) : 11.170

Para determinar la capacidad de calidad de agua (Vc), se calculó la altura de profundidad de la lluvia (hp), la cual se determina a partir de los datos recabados en la estación de lluvia situada en el segmento de la carretera.

A continuación, se presenta la tabla que nos proporciona estos datos, obtenidos del análisis efectuado para el diseño de SUDS en el distrito de San Miguel.

**Tabla 29**

*Volumen de calidad de agua*

Zanja de infiltración	Vc (m3)
1.00	11.170

La cual nos permite la determinación de los parámetros de diseño y una zanja de infiltración de 1.80 metros de ancho, 1.50 metros de profundidad que nos facilita manipular mejor las capacidades de escorrentía en la avenida, para el área de estudio se utilizara un zanja que incorpore una distancia de toda la

avenida manco Cápac, menos las cruces de las avenidas o calles que intervienen a la avenida.

#### 4.1.3.5. Almacenamiento

**Definición:** La Capacidad del sistema para retener temporalmente el agua de lluvia.

#### Consideraciones Importantes:

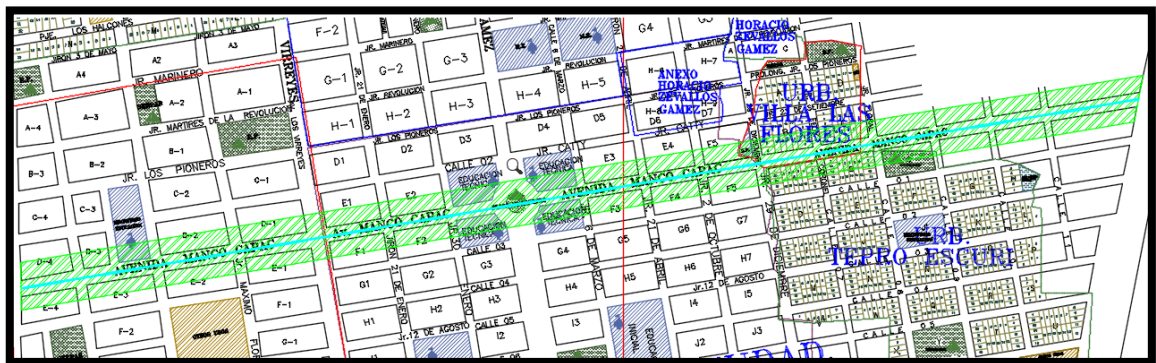
**Volumen de Almacenamiento (V):** Capacidad del sistema para almacenar agua, incluyendo el volumen de las capas de suelo y sustrato.

#### Capacidad de Almacenamiento

**Profundidad del Jardín de Lluvia:** La profundidad efectiva para retener agua sin causar desbordamientos.

**Figura 29**

*Área con jardín en la Av. Manco Cápac.*



Con el fin de determinar el área de almacenamiento en jardines se tiene los siguientes datos:

Superficie de área de jardín = 2322.72 m<sup>2</sup>

Espesor de jardín = 0.30 m

$$2322.72 \times 0.30 = 696.82 \text{ m}^3$$

### Figura 30

*Valor final del almacenamiento en jardines*

Descripción	Cantidad
Capacidad de almacenamiento	696.82 m <sup>3</sup>

Lo cual el diseño de jardín de lluvia será 1.50 de profundidad y 1.84 de ancho y por toda la longitud y un espesor de 0.30 de vegetación, lo cual almacenará 696.82m<sup>3</sup> de volumen de agua.

#### 4.1.3.6. Evapotranspiración

**Definición:** El procedimiento por el cual el agua del suelo se evapora y las plantas transpiran.

**Consideraciones Importantes:**

**Tasa de Evapotranspiración (ET):** Influye en la cantidad de agua que se perderá al ambiente desde el sistema de drenaje sostenible.

#### 4.1.3.7. Parámetros de diseño

**Volumen de Escorrentía**

**Tabla 30***Valor final de volumen de escorrentía.*

Descripción	Cantidad
Volumen de escorrentía en la avenida	971.972 m <sup>3</sup>
Volumen de escorrentía en área de drenaje	0.114 m <sup>3</sup>
Total, de volumen de escorrentía	<b>972.086 m<sup>3</sup></b>
Total, de volumen de almacenamiento	<b>696.82 m<sup>3</sup></b>

**Tabla 31***Parámetros de diseño*

Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad de sustrato de medio filtrante	0.30	m
Permeabilidad de sustrato de medio filtrante	70	mm/hr.
Porosidad efectiva de sustrato de medio filtrante	40	%
Área superficie de medio filtrante de la parte encima	2322.72	m <sup>2</sup>
Área superficial de encharcamiento de la parte más baja	4	m <sup>2</sup>
Máxima profundidad de encharcamiento	0.3	m
Capa filtrante de hormigón	0.30	m
Profundidad de capa de grava filtrante	0.40	m
Profundidad de la capa de canto rodado	0.50	m

**Tabla 32***Parámetros de diseño*

Parámetro	Valor	Unidades
Zona de tasa de infiltración	122.11	mm/hr.
Tiempo de drenaje	24	Hr.
Porosidad del medio granular	40	%
Profundidad final	1.5	m

#### 4.1.3.8. Predimensionamiento de jardín de lluvia

**Tabla 33***Volúmenes de diseño*

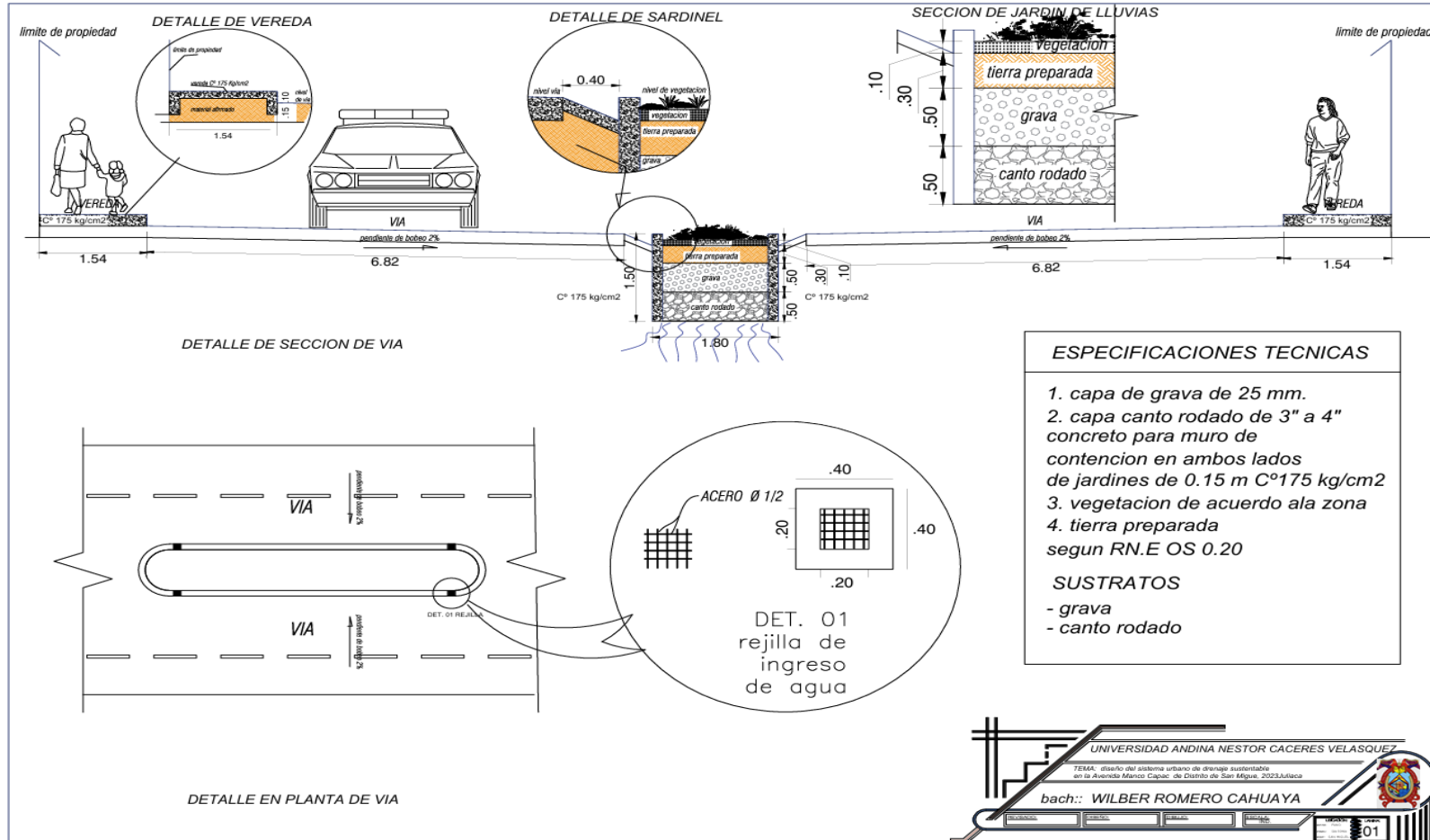
Parámetro	Valor	unidades
volumen para tratado	2	m3
volumen para filtrado	696.82	m3
volumen para encharcamiento	1.2	m3
volumen para infiltrado	0.15	m3

**Tabla 34***Parámetros de diseño*

Predimensionamiento y diseño de jardín de lluvia	Valor	Unidades
Ancho de la calzada	15.44	m
Ancho de vereda	1.54	m
Ancho de la vía	6.82	m
Ancho de jardín de lluvia	1.80	m
Profundidad de jardín de lluvia	1.50	m
Capa de vegetación	0.20	m
Capa de tierra preparada	0.30	m
Capa de grava de 25mm	0.50	m
Capa de canto rodado de 3" a 4"	0.50	m
Muro de contención de concreto en ambos lados de jardín de lluvia con un espesor	0.15	m
Ancho de cuneta de drenaje	0.40	m

**Figura 31**

*Diseño de jardín de lluvia*



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ  
 TEMA: Diseño del sistema urbano de drenaje sustentable en la Avenida Manco Cápac de Distrito de San Miguel, 2023, Arequipa  
 bach.: WILBER ROMERO CAHUAYA  
 01



## CONCLUSIONES

- PRIMERA.** El diseño de un SUDS en la Av. Manco Cápac es no solo viable, sino necesario para afrontar los retos actuales y futuros vinculados con la administración de aguas pluviales en Juliaca. La adopción de enfoques sostenibles y la colaboración entre autoridades, comunidad y expertos técnicos son esenciales para asegurar la resiliencia y el bienestar de la localidad distrital de San Miguel.
- SEGUNDA.** El análisis del diseño del SUDS en la Av. Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, Juliaca, concluye que los parámetros hidrológicos planteados, con una precipitación de 0.058 mm/h, un volumen de escorrentía de 972.086 m<sup>3</sup> y una Capacidad de infiltración de la zona 122.11mm/h, tiempo de drenaje 24hr. Porosidad de medio granular el 40% y almacenamiento en jardines de 696.82 m<sup>3</sup>, con dimensiones de 1.80 de ancho x 1.50 de profundidad y un espesor de vegetación de 0.30m. son fundamentales para la optimización del sistema. La implementación de tecnologías sostenibles, como jardines de lluvia y pavimentos permeables, es crucial para gestionar eficientemente el agua de lluvia, reducir inundaciones y mejorar el entorno urbano. La colaboración comunitaria y las políticas públicas adecuadas son esenciales para el para el éxito y que sean sostenibles a un plazo largo del proyecto.
- TERCERA.** Se han establecido importantes parámetros sociales, incluyendo la aceptación y apoyo de la población, la mejora estética de la



avenida, y el bienestar social y de salud. La implementación de tecnologías sostenibles es crucial para gestionar eficientemente el agua de lluvia, reducir inundaciones y mejorar el entorno urbano. La colaboración comunitaria y las políticas públicas adecuadas son esenciales para el éxito y que sean sostenibles a un plazo largo del proyecto.

**CUARTA.** Se concluye indicando que para ejecutar el modelo de sistemas de drenajes se estableció un SUDS en la Av. Manco Cápac de San Miguel, los jardines de lluvia que tienen como objetivo regular las inundaciones que nos permite manejar mejor los volúmenes de escorrentía en la zona.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** Un análisis exhaustivo y efectivo del diseño del SUDS en la Av. Manco Cápac, se recomienda adoptar un enfoque multidisciplinario que integre estudios hidrológicos, sociales y ambientales. Es crucial realizar una recopilación de datos precisa y continua sobre los parámetros hidrológicos, como la precipitación y el volumen de escorrentía, utilizando tecnologías avanzadas de monitoreo y modelado.
- SEGUNDA.** Realizar estudios hidrológicos detallados y continuos para captar datos precisos sobre precipitación, volumen de escorrentía y Capacidad de infiltración. Utilizar tecnologías avanzadas de modelado hidrológico para simular escenarios de lluvia extrema y validar la Capacidad del sistema de drenaje. Además, integrar soluciones que se basen en la naturaleza, tales como jardines de lluvia y pavimentos permeables, que maximicen la infiltración y el almacenamiento de agua.
- TERCERA.** Llevar a cabo encuestas y talleres participativos con la comunidad local para evaluar su percepción, aceptación y apoyo hacia las iniciativas de drenaje sostenible. Incluir aspectos estéticos y de bienestar y para asegurar que no solo sea funcional, sino también visualmente atractivo y beneficioso para la salud pública. Fomentar la educación ambientalista y el participar de los ciudadanos en la planificación y mantenimiento del sistema.



**CUARTA.** Para el sistema de diseño drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac de distrito de San Miguel la alternativa es el diseño jardín de lluvia para un P. de retorno de 10 años, que desarrolle un plan integral que incluya la fase de evaluación, diseño, implementación y monitoreo continuo del SUDS. Asegúrese de que la comunidad local y los especialistas técnicos participen activamente en cada paso. Asegurar la disponibilidad de los fondos y el personal que se necesita para la evolución y para mantener el sistema. Establecer un mecanismo de monitoreo y evaluación posterior a la construcción para evaluar el desempeño del sistema y realizar las modificaciones necesarias.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J. (2019). Aplicación de métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/326003104.pdf>
- Apaza, T. (2020). *Evaluación de arsénico, dureza, coliformes termotolerantes y E. coli en aguas subterráneas, de las urbanizaciones de Santa Adriana y Niño San Salvador, del distrito de Juliaca, Puno 2019*. Universidad Peruana Union. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3526>
- Arispe, C., Yangali, J., & Guerrero, M. (2020). La investigación Científica. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20CIENT%C3%8DFICA.pdf>
- Arpi, J. (2017). Evaluación de la calidad de agua de los sectores Corazón de María y Zhirincay de la Junta Administradora de agua potable Regional Bayas del Cantón Azogues. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27128/1/TESIS%20PDF..pdf>
- Badillo, C. (2017). Jardines de lluvia una estrategia paisajística para aprovechar el agua pluvial de las ciudades. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/232206898.pdf>
- Bautista, C. A., & Sanguino Flores, A. F. (2020). *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE PARA REDUCIR LOS NIVELES DE INUNDACION EN LA INTERSECCION ENTRE LA*



*AVENIDA 12E Y LA CALLE 2N EN LA CIUDAD DE CUCUTA NORTE DE SANTANDER.* BOGOTA: UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

Bermudez, M. (2021). Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en américa latina: ¿una solución basada en la naturaleza con criterio social.

Obtenido de [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/59039/Trabajo\\_de\\_Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/59039/Trabajo_de_Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Berrocal, N., & Pérez, E. (2021). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano del asentamiento el Barón, Esparza-Puntarenas.*

Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/48976>

Bertolotti, A. (2020). *Filtro biológico utilizando Moringa oleífera y Carbón Activado para mejorar la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en la ciudad de Pachacútec-Ventanilla, 2020.*

Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60472>

Cajahuaman, A. (2022). *Determinación de la calidad del agua del río shanaytimpishka del distrito de Honoria, departamento de Huánuco.*

Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5216/B02\\_2022\\_UNU\\_AMBIENTAL\\_2022\\_T\\_ANGIE-CAJAHUAMAN\\_TANIA-VASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5216/B02_2022_UNU_AMBIENTAL_2022_T_ANGIE-CAJAHUAMAN_TANIA-VASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Carrillo Alvarado, M. (2016). Determinación del índice de calidad de agua ica-nsf de los ríos mazar y pindilig. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- Castro, A. (2015). Recolección de datos. Obtenido de <https://melpe025.files.wordpress.com/2015/03/lasfichas-amycastro14215.pdf>
- Castro, J., & Gómez, L. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. 25(75). doi:<https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Cherres, A. (2020). Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019. Obtenido de <https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/2050/TESIS%20-%20CHERRES%20SEMINARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz, A. (2022). Diseño de un sistema de drenaje pluvial sostenible en dos asociaciones de vivienda del distrito Gregorio Albarracín, Tacna, 2022. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3348963>
- Cubides, E., & Santos, G. (2018). Control de escorrentías urbanas mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS): Pozos/Zanjas de infiltración. doi:<https://doi.org/10.31908/19098367.3813>
- Díaz, S. (2022). The importance of water temperature in water supply systems. doi:<https://doi.org/10.4995/la.2022.17366>



- Espitia, N. (2019). Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016. Obtenido de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10715/Espitia\\_in.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10715/Espitia_in.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Foraquita, J. (2020). Proponer un sistema sostenible sectorizado de drenaje pluvial urbano para los centros poblados de salcedo y Jayllihuaya de la ciudad de Puno-2019. Obtenido de <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13929>
- Galicia, L. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. doi:<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v9n2.993>
- García, J., Reding, A., & López, J. (2013). Evaluación del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n8/v2n8a7.pdf>
- Grandez, P. (2017). Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas– región Loreto. Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/2749>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*. Obtenido de <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>



- Huallpa, H. (2017). Tratamiento químico en la reducción de la dureza de las aguas subterráneas provenientes de la Urb. Huerta de Nievería – Chosica, 2017. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8957/Huallpa\\_THN.pdf;jsessionid=377ED6CC036CE195B671292351442D5D?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8957/Huallpa_THN.pdf;jsessionid=377ED6CC036CE195B671292351442D5D?sequence=1)
- Huamani, E. (2021). Concentración de la dureza en el agua potable y su relación con la prevalencia de litiasis renal en la región de Huancavelica. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5af616a4-fce2-4177-a2ea-620644b9f79b/content>
- Itziar, M., & Vizcarra, A. (2014). La observación como estrategia de investigación para construir contextos de aprendizaje y fomentar procesos participativos. 17(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/706/70629509009.pdf>
- Lino, T. (2021). Determinación del índice de calidad de agua de las principales bahías del lago Titicaca lado peruano-puno en el periodo 2015-2020. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/6dcd8682-c57d-4ff6-b5bf-dff28f9ae249>
- Llamas, M. (2005). Los colores del agua, el agua virtual y los conflictos hídricos. Obtenido de <https://rac.es/ficheros/doc/00187.pdf>
- López, B., Camacho, A., Martínez, M., & Marcelino, M. (2020). Techos verdes: una estrategia sustentable. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7527191.pdf>



- López, J., & Villavicencio, R. (2021). Sistema urbano de drenaje sostenible para evitar inundaciones de origen pluvial mejorando áreas verdes, cruce Av. Mateo Pumacahua – Av. Separadora Industrial, Distrito Villa El Salvador. Obtenido de <https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/657404?locale-attribute=es>
- Marcillo, I., & Palacios, Y. (2021). *Calidad del agua de consumo humano y uso doméstico en el cantón Rocafuerte, Manabí*. Escuela Superior Politecnica. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1639>
- Martínez, M. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7152687.pdf>
- Merlo, V., & Soto, G. (2020). Análisis del sistema de drenaje urbano en base a estudios de nivel internacional y su relación al sistema de drenaje en la ciudad de Cajamarca, 2020. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28623>
- Miranda, J. (2016). Cloruros en aguas embotelladas para consumo humano. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2685458>
- Oscoco, G. (2019). Determinación de la calidad de agua subterránea para consumo humano. Obtenido de <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1465/TB-Oscoco%20G.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Pantoja, M., Arciniegas, O., & Álvarez, S. (2022). Desarrollo de una investigación a través de un plan de estudio. Obtenido de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/download/2649/2575/>
- Pava, A. (2020). Evaluación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible para mitigar los efectos de Inundaciones Pluviales en la cuenca Palogrande, ciudad de Manizales. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79145/75098658.2020.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822016000300003#:~:text=El%20pH%20aceptable%20para%20agua,y%20hasta%20procesos%20de%20ulceraci%C3%B3n.](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000300003#:~:text=El%20pH%20aceptable%20para%20agua,y%20hasta%20procesos%20de%20ulceraci%C3%B3n.)
- Pérez, J. (2017). Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales OMO, durante el periodo 2014 2015. Obtenido de [https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/299/Julisa\\_Tesis\\_titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/299/Julisa_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Perez, O. (2020). Uso de los sistemas urbanos de drenaje sostenible (suds) en el municipio de paipa. Obtenido de [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/8865/Uso\\_sistemas\\_urbanos\\_de\\_drenaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/8865/Uso_sistemas_urbanos_de_drenaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Pita, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. Obtenido de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/355/course/section/154/Tema%25208.pdf>
- Prato, J. (2022). Evaluación de la capacidad de adsorción de iones sulfatos presentes en aguas usando arcilla amarilla de la región de Santa Clara. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9346>
- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/993/99315569010.pdf>
- Reyes, K. G. (2019). *Verificación del cumplimiento de los parámetros del reglamento de la calidad del agua para el asentamiento humano vista alegre mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico del manantial de Pacan - San Luis - Amarilis - Huanuco, periodo setiembre -*. Universidad de Huanuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1599>
- Rocío, F. (s.f.). Análisis de la respuesta hidrológica ante un Sistema de Drenaje Urbano Sostenible en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Obtenido de [https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/7381/xtg-sruana020\\_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/7381/xtg-sruana020_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodriguez, F. (2007). Generalidades acerca de las técnicas de investigación cuantitativa. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4942053.pdf>
- Ruíz, A. (2018). *Análisis comparativo de la concentración de nitrito en agua de pozo y agua de red en la ciudad de Pérez Santa Fe*. Universidad de



Concepción del Uruguay. Obtenido de

<http://repositorio.ucu.edu.ar/xmlui/handle/522/304>

Saldaña, E. (2017). Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14209>

Sempértegui, R. (2021). Calidad microbiológica del agua para consumo humano en la comunidad de Colpa Tuapampa, Chota. Obtenido de <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/184>

Soto, G., & Merlo, V. (2020). Análisis del sistema de drenaje urbano en base a estudios de nivel internacional y su relación al sistema de drenaje en la ciudad de Cajamarca, 2020. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3040816>

Sucapuca, R. (2022). Evaluación de la calidad del agua del río Crucero, aplicando el ICA-PE y CCME-WQI en proximidades de la zona urbana del distrito de Crucero, Carabaya, Puno (Perú). Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5313>

Vasquez, H. (2023). Diseño de un sistema urbano de drenaje sostenible en el distrito de Huancayo – región de Junín con adaptación a escenarios climáticos y modificación de la norma técnica peruana CE.040. Obtenido de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/26888/VALDIVIA\\_MOYA\\_VASQUEZ\\_DISENO\\_SISTEMA\\_URBANO.pdf;jsessionid=7F19D3A0CCCC112FEAF0DFE08F9A50CB?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/26888/VALDIVIA_MOYA_VASQUEZ_DISENO_SISTEMA_URBANO.pdf;jsessionid=7F19D3A0CCCC112FEAF0DFE08F9A50CB?sequence=1)



Xiaoqian, Y. (2020). Sistemas de drenaje urbano sostenible SUDS. Obtenido de [https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/44115/TFM\\_Yang\\_Xiaoqian\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/44115/TFM_Yang_Xiaoqian_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zielinski, S., García, M., & Vega, J. (2011). Green Roofs: A feasible tool for environmental management in the hospitality sector of El Rodadero, Santa Marta? Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169424101008.pdf>



# ANEXOS



**ANEXO 01.**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**



Problema general	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología de investigación
¿Cuál es el diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023?	Diseñar el sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023	El sistema urbano de drenaje sostenible será adecuado en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023	<b>VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN</b> Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)			<b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Cuantitativo <b>MÉTODO(S) DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Método inductivo <b>TIPO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada <b>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Descriptiva <b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> No experimental <b>UNIDADES DE OBSERVACIÓN</b> Observación Directa
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b>				<b>MUESTRA</b> Av. Manco Cápac desde la Av. Asunción Hasta la II Av. Circunvalación.
1. ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel?	1. Determinar los parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel.	1. Los parámetros hidrológicos y físicos para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, resultaran con desventajas.	<b>VARIABLE INTERÉS</b> Parámetros de diseño			<b>TÉCNICAS</b> Observación directa
2. ¿Cuáles son los parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel?	2. Determinar los parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel.	2. Los parámetros sociales para establecer sistemas urbanos de drenaje sostenible en la Avenida Manco Cápac de la localidad distrital de San Miguel, serán la aceptación de la comunidad y paisajístico.				<b>INSTRUMENTOS</b> Fichas de observación directa
3. ¿Cuál es el diseño de sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023?	3. Proponer el diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023.	3. El diseño del sistema urbano de drenaje sostenible en la avenida Manco Cápac del distrito de San Miguel, 2023, contarán con componentes de cunetas y alcantarillas de recolección de aguas pluviales.				



## ANEXO 02.

### DISEÑO DE JARDIN DE LLUVIA



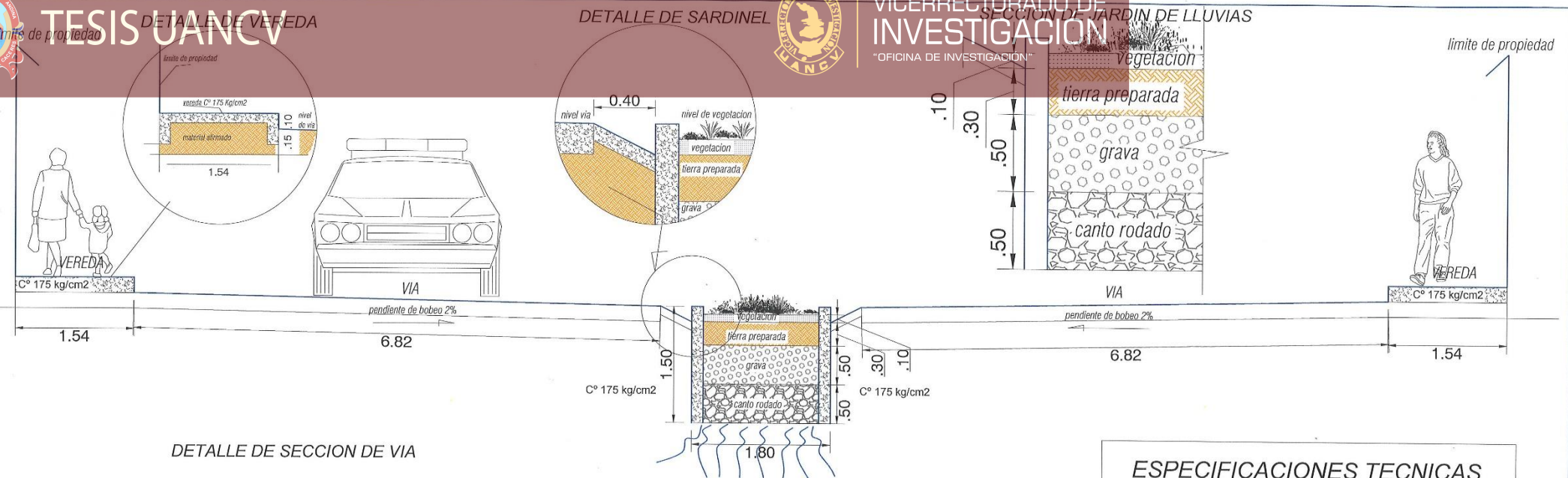
# TESIS UANCV



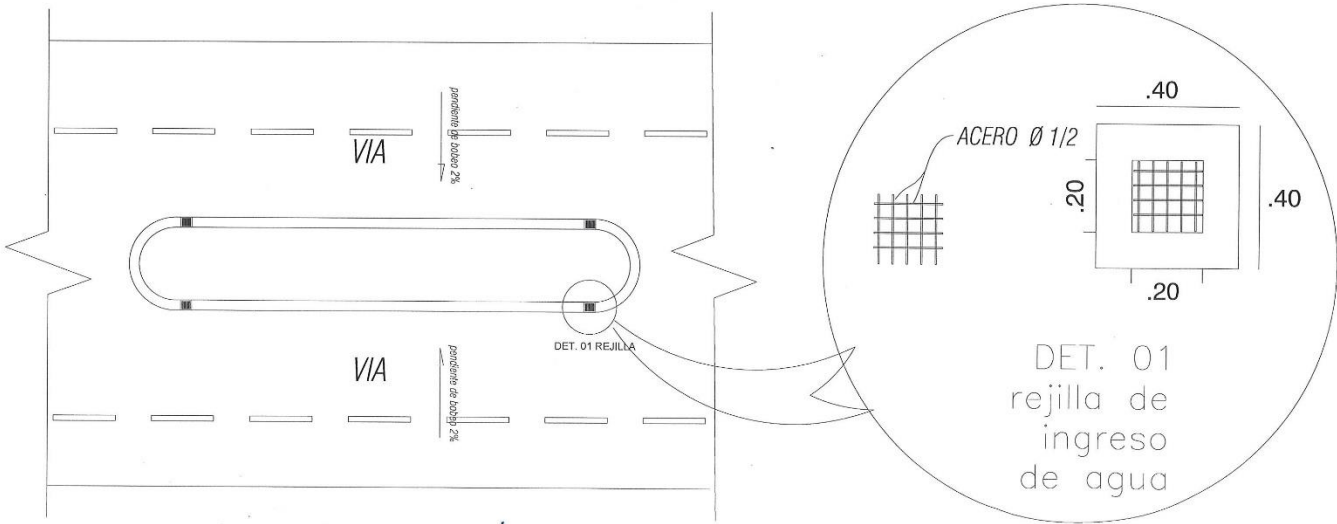
## VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

### SECCION DE JARDIN DE LLUVIAS



- ### ESPECIFICACIONES TECNICAS
1. capa de grava de 25 mm.
  2. capa canto rodado de 3" a 4" concreto para muro de contencion en ambos lados de jardines de 0.15 m C°175 kg/cm<sup>2</sup>
  3. vegetacion de acuerdo ala zona
  4. tierra preparada segun R.N.E OS 0.20
- SUSTRATOS**
- grava
  - canto rodado



DETALLE EN PLANTA DE VIA

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ

TEMA: diseño del sistema urbano de drenaje sustentable en la Avenida Manco Capac de Distrito de San Miguel, 2023.Juliacca

Dach.: WILBER ROMERO CAHUAYA



PROFESOR	DISEÑADOR	ESCALA: IND.	FECHA: 01
----------	-----------	--------------	-----------



**ANEXO 03.**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**Fotografía 01:** Localización de drenaje



**Fotografía 02:** Ruta de red de drenaje



**Fotografía 03:** Tramo 1 red de drenaje



**Fotografía 04:** Tramo 2 red de drenaje



**Fotografía 05:** Tramo 1 cunetas de drenaje



**Fotografía 05:** Tramo de la calzada





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 04/11/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WILBER ROMERO CAHUAYA

Dirección: CENTRO POBLADO PUERTO TAPOJE

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76610601

Teléfono: 900957634 email: Wilberromerocahuaya@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: DISEÑO DEL SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2023-JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): DRENAJES, ESCORRENTIA, SOSTENIBLE Y PRECIPITACIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN -P17

Firma de Autor



huella digital

04 de NOVIEMBRE DE 2024

Fecha