



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



**MODELAMIENTO HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO
DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO
DE LA CIUDAD LAMPA REGION PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN LUVE JALIRI

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

**MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO
DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO
DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN LUVE JALIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 125-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 036-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°059-2024 de fecha 03 de abril de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniero Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **CRISTIAN LUVE JALIRI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniería Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **Asesor** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **CRISTIAN LUVE JALIRI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniería Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : martes 23 de abril de 2024
- * **HORA** : 10:30
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniero 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 CS. PURAS
 Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
 SECRETARIO ACADÉMICO
 CIP 95531

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 059-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 036-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 018-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 714-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de agosto de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **04 de marzo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **CRISTIAN LUVE JALIRI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 014-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y:

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **CRISTIAN LUVE JALIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación 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. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 55531

cc
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 714-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de agosto 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 361-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0112-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 041-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **22 de julio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **CRISTIAN LUVE JALIRI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **CRISTIAN LUVE JALIRI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



MODELAMIENTO HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD LAMPA REGION PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	www.scribd.com Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
MODELAMIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	CRISTIAN LUVE JALIRI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73929967
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-8421-4192
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
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: Lampa Distrito: Lampa - Latitud: S 15°21'0" - Longitud: O 70°22'0.01" https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1KqkCCzTMwqWGud83KRFqa107QsaQxao&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2023 – Abril 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CACERES VELASCO
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS EXACTAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CRISTIAN LUVE JAURI, identificado con DNI Nro. 73929967, 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:

"MODELA MIENTO HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA CIUDAD DE LAMPA REGIÓN PUNO"

Asesorado por: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

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.

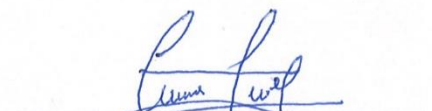
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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 13 de Junio del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

"A mis amigos, por ser mi apoyo incondicional y por compartir conmigo las alegrías y los desafíos de este viaje académico. A mis profesores, por su dedicación y orientación que han enriquecido mi aprendizaje. A todas las personas que han cruzado mi camino y me han inspirado de alguna manera, esta tesis está dedicada con sincero agradecimiento y aprecio"...



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de este trabajo académico.

Agradezco especialmente a mis amigos por sus ideas, debates y colaboración, los cuales enriquecieron significativamente mi trabajo y mi experiencia académica.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia por su amor, paciencia y aliento incondicional. Su apoyo fue mi mayor motivación durante este desafiante pero gratificante proceso.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Analisis de la situación problemática	1
1.2 Problema general	2
1.3 Problemas específicos.	2
1.4 Justificación.	2
1.4.1 Justificación técnica...	2
1.4.2 Justificación económica.	3
1.4.3 Justificación ambiental.	3
1.4.4 Justificación social.	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4



1.6 Hipótesis	4
1.6.1 Hipótesis general.....	4
1.6.2 Hipótesis específicas	5
1.7 Operacionalización de las variables	5
1.7.1 Operacionalización de variables	7

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.1.1 Antecedentes locales.	8
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	11
2.1.3 Antecedente Internacional.	13
2.2 Bases teóricas	15
2.2.1 Modelamiento hidrológico.....	15
2.2.2 Modelo hidrológico HEC-HMS V4.3	16
2.2.2.1 Componentes.....	16
2.2.2.2 Métodos de cálculo del modelo HEC-HMS V4.3	18
2.2.2.3 Metodo de infiltración	18
2.2.2.4 Metodo de transformación	18
2.2.3 Modelamiento Hidráulico.....	21
2.2.4 Descripción Del Modelo HEC-2	21
2.2.4.1 Bases teóricas de analisis	23
2.2.4.2 Datos de entrada.....	23
2.2.4.3 Datos de salida.....	24
2.2.5 Modelo hidrológico EPA – SWMM 5.1.013	25



2.3 Modelo conceptual utilizando el epa - swmm	26
2.3.1 Componentes físicos	28
2.3.2 Modelado hidraulico	28
2.3.3 Sistema de drenaje pluvial urbano.....	29
2.3.4 Modelamiento hidráulico	29
2.3.5 Descripción del modelo HEC-2.....	30
2.3.6 Fundamentos teóricos de análisis.....	31
2.3.7 Información de entrada.....	31
2.3.8 Información de salida.....	33

2.4 Marco conceptual	34
-----------------------------	-----------

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y diseño de investigación	39
3.2 Tecnicas e instrumentos de colecta de datos	39
3.2.1 Tecnicas.....	39
3.2.2 Instrumentos	39
3.3 Materiales y métodos	40
3.3.1 Participantes	40
3.3.2 Herramientas o materiales	40
3.4 Procedimiento	40
3.5 Estilo de redaccion utilizada en el proyecto	41
3.6 Poblacion	42



3.7 Muestra	42
3.8 Esquema metodológico	42
3.9 Analisis del ambito del proyecto	44
3.9.1 Diagnóstico del Estado de la Ciudad de Lampa.....	44
3.9.2 Ubicacion.....	45
3.9.3 Levantamiento Georreferenciado	49
3.10 Analisis del modelo hidrológico	50
3.10.1 Delimitacion de la cuenca.....	50
3.10.2 Características de las sub-cuencas de aportes al sistema de drenaje pluvial Lampa.....	51
3.11 Lluvia de proyecto	52
3.11.1 Análisis de datos de lluvia	52
3.11.2 Análisis estadísticos de datos hidraulico.....	52
3.11.3 Presipitacion maxima.....	53
3.11.4 Distribución de intensidad de precipitación máxima.....	56
3.11.5 Análisis de consistencia de la información hidrometereológica.....	56
3.11.5.1 Análisis visual del registro histórico.....	56
3.11.5.2 Análisis estadístico	57
3.11.5.3 Análisis de frecuencia de las series hidrológicas	58
3.11.6 Selección de la distribución de probabilidades	66
3.11.7 Pronóstico de diseño óptimo.....	66
3.11.8 Patrones de precipitación	66
3.11.9 Duración de la tormenta	67



3.11.10	Curva IDF IILA-SENAMHI.....	67
3.11.11	Método de los bloques alternos	68
3.11.12	Normalización de la lluvia	68
3.12	Modelo Hidrológico HEC-HMS para la determinación de caudales	
	máximos	70
3.12.1	Grafico de la superficie de la cuenca.....	70
3.12.2	Levantamiento Georreferenciado del Área de Estudio	70
3.12.3	Parámetros Meteorológicos.....	71
3.12.4	Hietograma de diseño Tr = 50 años	71
3.12.5	Parámetro hidráulico para la simulación	71
3.13	Identificación de los tramos de los conductos del sistema de drenaje	72
3.13.1	Diseño hidráulico	72
3.13.2	Valores por defecto del modelo HEC-HMS 4.1.....	72
3.13.3	Delimitación de Área Tributarias	72
3.14	Infiltración	72
3.14.1	Atura de Almacenamiento en Depresión	74
3.15	Desarrollo del modelamiento hidrológico	74
3.15.1	Modelo de simulación HEC-HMS	74
3.15.1.1	Sub-cuencas del área de estudio.....	74
3.15.1.2	Metodología para el cálculo de los caudales máximos	75
3.15.2	Datos Utilizados para el Modelado	82
3.16	Datos pertenecientes al Modelamiento del sector DLA	82
3.16.1	Sub-cuencas	82



3.16.2 Nudos [SECTOR A]..... 83

3.16.3 Vertidos [SUBCUENCA A]..... 83

3.16.4 Conductos [SUBCUENCA A]..... 83

3.16.5 Secciones [SUBCUENCA A]..... 83

3.17 Datos para el modelamiento del sector DLB 83

3.17.1 Subcuenca (SECTOR B) 83

3.17.2 Nudos [SECTOR DLB]..... 84

3.17.3 Secciones [SUBCUENCA B]..... 84

3.17.4 Nudos [SECTOR DLC]..... 85

3.17.5 Vertidos [SECTOR DLC]..... 85

3.17.6 Secciones [SECTOR DLC] 86

3.18 Climatología 86

3.19 Resumen de las sub-cuencas A, B y C 88

3.19.1 Resultados de la sub-cuenca A 88

3.19.2 Resultados de la subcuenca C 90

3.19.3 Pérdidas por infiltración 91

3.19.4 Discretización de las sub-cuencas 92

3.19.5 Morfología del terreno 92

3.20 Análisis de modelado para la proyección del sistema de drenaje 92

3.20.1 Levantamiento Georreferenciado..... 92

3.20.2 Verificación georreferenciado de la superficie de Terreno 93

3.20.3 Revisión de Planos 94

3.20.4 Modelo HEC-HMS V4.3 para la determinación de caudales máximos.. 94



3.20.5 Recopilación de Información..... 94

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados obtenidos del modelo epa-swmm 95
4.1.1 Resultados de la sub-cuenca..... 95
4.1.2 Perfiles de Lámina de Agua del Sector DLA 97
4.1.3 Análisis de resultados del sector DLA 99
4.1.4 Resultados Obtenidos del Sector DLB..... 100
4.1.5 Perfiles de Lámina de Agua del sector DLB..... 100
4.1.6 Análisis de Resultados del sector DLB 102
4.2 Resultados Obtenidos del sector DLC 102
4.2.1 Dimensiones y secciones del conducto (Canales y tuberías)..... 103
4.3 Discusión de resultados 104
5 CONCLUSIONES..... 107
6 RECOMENDACIONES 109
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 111
8 ANEXO..... 112

INDICE DE TABLAS

Tabla 2 Ubicación política46



Tabla 3 Ubicación y coordenadasUTM	48
Tabla 4 Estaciones hidrometeoro lógicas utilizadas	54
Tabla 5 Valores típicos de almacenamiento en depresión	74
Tabla 6 Sub-cuenca urbana para muestra de análisis comparativo entre métodos de transformación.....	76
Tabla 7 Resumen del análisis comparativo entre métodos de transformación....	81
Tabla 8 Opciones de simulacion	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grafico del hidrograma unitario triangular	20
Figura 2 Grafico del hidrograma unitario adimensional SCS	21



Figura 3 Diseño del sistema de drenaje pluvial 43

Figura 4 Ubicación geográfica georreferenciado en ArcGis de la ciudad de Lampa 47

Figura 5 Puntos de control de la ubicación de Lampa en coordenadas UTM 48

Figura 6 Delimitacion de la cuenca 31- v Lampa..... 50

Figura 6 Ilustramos el mapa georreferenciado del área de estudio subcuenca A,B y C..... 51

Figura 8 Descarga de datos hidrometeorologicos de la estación Lampa 55

Figura 9 Descarga de datos hidrometeorologico estación Cabanilla..... 55

Figura 10 Serie histórica de presipitaciones máximas en 24 horas, estación Lampa 57

Figura 11 Analisis grafico de la función densidad de distribución normal..... 60

Figura 12 Analisis grafico de la distribución normal o Gaussiana..... 61

Figura 13 Analisis grafico de la función densidad de distribución Log normal de 2 parametros 62

Figura 14 Analisis grafico de la distribución Log normal de 2 parametros..... 63

Figura 15 Analisis grafico de la función densidad Log normal de 3 parametros. 64

Figura 16 Analisis grafico de la distribución Log normal de 3 parametros..... 64

Figura 17 Analisis grafico de la distribución de Gumbel o extremo tipo I 64

Figura 18 Analisis grafico, de la distribución de Gumbel 65

Figura 19 Curvas IDF IILA - SENAMHI 68

Figura 20 Hietograma calculado para un Tr =50 años..... 69

Figura 21 Curva IDF Normalizada 69

Figura 20 Mapa Georreferenciado de los sectores A, B y C..... 70



Figura 23 Datos hidrológicos e hidráulicos ingresados por defecto en el modelo EPA - SWMM 71

Figura 24 Planos de microcuencas del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa 75

Figura 25 Valor de intensidad para un tiempo de concentración de la sub- cuenca 82 76

Figura 26 Hidrograma unitario sintético triangular 78

Figura 27 Hidrograma de la sub- cuenca 82 con $tr=0.7h$ 79

Figura 28 Hidrograma unitario de la sub- cuenca 82 con $tr=0.7h$ 79

Figura 29 Hidrograma unitario de la sub-cuenca 82..... 80

Figura 30 Hidrograma unitario de la sub – cuenca 82 80

Figura 31 Ubicación de estaciones hidrometereologico SENAMHI 87

Figura 32 Mapa de la superficie de las subcuencas A, B y C en el modelo HEC - HMS 87

Figura 33 Resultados del caudal máximo o pico de la subcuenca A en el modelo HEC- HMS..... 88

Figura 34 Hitograma e hidrograma de la sub-cuenca A 89

Figura 35 Resultados del caudal máximo o pico de la subcuanca A en el modelo HEC-HMS..... 89

Figura 36 Hietograma e hidrograma de la sub cuenca A 90

Figura 37 Resultados del caudal máximo o pico de la subcuenca C en el modelo HEC- HMS..... 90

Figura 38 Hietograma e hidrograma de la sub cuenca C 91

Figura 39 Perfil de lámina de agua del Dren DLA 1 97

Figura 40 Perfil de lámina de agua del Dren DLA 1.1 98



Figura 41 Perfil de lámina del Dren DLA 1.2	99
Figura 42 Modelo EPA-SWMM – Perfil de lamina de agua sector B	101
Figura 43 Modelo EPA – SWMM – Perfil de lamina de agua del Dren DLB2	101
Figura 44 Modelo EPA – SWMM – Perfil de lamina del Dren Principal DLP, sección rectangular	103
Figura 45 Modelo EPA – SWMM – Perfil de lamina del Dren Secundario DLP, sección triangular	103



RESUMEN

El objetivo de esta tesis es diseñar el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa, ubicada en la región norte de Puno, utilizando modelación hidrológica. Para ello se emplearán los modelos EPA-SWMM y HEC-HMS. El diseño utilizó información de las estaciones hidrometeorológicas de Lampa y Cabanilla, en base a un evento de precipitación con un tiempo de retorno de 50 años. En la modelación hidrológica del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa se utilizan datos digitales de elevación para determinar los niveles topográficos y la dirección del flujo en el área de drenaje. Los hallazgos sugieren que la morfometría de la ciudad requiere un sistema primario, secundario y terciario. El modelo HEC-HMS predice flujos de entrada más bajos en comparación con los valores estimados, mientras que el modelo EPA-SWMM determina que las secciones de los conductos son circulares o rectangulares. Estas características se deben a los rasgos coloniales de la ciudad y a la naturaleza de los flujos. Los valores anticipados mostrados en el hidrograma computacional de los modelos hidrológicos sugieren que una porción significativa del flujo se pierde debido a numerosos procesos, lo que lleva a caudales más bajos que los estimados inicialmente.

Palabras clave: Modelamiento hidrológico, precipitación, caudal, drenaje, diseño.



ABSTRACT

The objective of this thesis is to develop the hydrological modeling to design the storm drainage system of the city of Lampa using the HEC-HMS and EPA-SWMM models, belonging to the northern zone of the Puno region, for a design of precipitation with a return period of 50 years from the Lampa and Cabañilla hydrometeorological stations, respectively. In the hydrological modeling of the storm drainage system considering the digital elevation to generate ground elevations and thus determine the direction and direction of flow in the drainage area, the current scenario of the city of Lampa. The results indicate that the morphometry of the city requires only a primary, secondary and tertiary system; The flow rates obtained with the HEC-HMS model will be less than those estimated, and the dimensions of the conduit sections obtained with the EPA-SWMM model will be circular and rectangular in section because the city has colonial characteristics and the projected flow rates shown in the computational hydrograph of the hydrological models indicate that much of the flow is lost due to various phenomena, thus having flow rates lower than those estimated.

Key Words: Hydrological modeling, precipitation, flow, drainage, design.



INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de eventos importantes que inician fenómenos climáticos externos debería impulsarnos a contemplar la susceptibilidad de las ciudades a tales eventos y cómo los avances científicos podrían ofrecer soluciones a esta situación.

Para que un entorno urbano se establezca efectivamente en el futuro, es imperativo utilizar toda la gama de herramientas técnicas y regulatorias que rigen el uso del suelo y regulan las condiciones para su desarrollo. Esto requiere la coordinación de políticas, planes, programas y proyectos.

La ciudad de Lampa requiere estudios técnicos para potenciar su desarrollo urbano. Estos estudios deben centrarse en mejorar la organización de la ciudad mediante la implementación de proyectos como el drenaje pluvial urbano. Esta infraestructura no sólo respaldará futuros planes de urbanización, sino que también contribuirá al desarrollo general de la ciudad. Es fundamental que los criterios de diseño de estos proyectos se adapten a las necesidades y condiciones específicas del área local.

Esta tesis evalúa los problemas hidrológicos e hidráulicos en la región urbana de la ciudad de Lampa, enfocándose en las dificultades de inundaciones.

La cantidad de agua captada por los desagües vendrá determinada por las propiedades impermeabilizantes de las superficies y las precipitaciones. Esto se hará de acuerdo a los factores de riesgo relacionados, con el objetivo de captar el agua en el menor tiempo posible y sin generar contratiempos. Asegúrese de que los tubos de drenaje tengan la capacidad de transportar el líquido sin inducir la repavimentación. Transfiera la corriente transportada a un contenedor de sustancia manteniendo la integridad del entorno



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática

Uno de los principales problemas observados en la región Puno en los últimos años es la ocurrencia de eventos de lluvias extremas. Estos sucesos provocan inundaciones tanto en zonas urbanas como rurales, lo que provoca importantes daños y pérdidas económicas a diversas estructuras de ingeniería.

La ciudad de Lampa sufre inundaciones de agua de lluvia en sus arterias durante los períodos de fuertes precipitaciones debido a su topografía predominantemente plana, lo que pone de manifiesto una importante falta de infraestructura de drenaje pluvial. En consecuencia, las autoridades locales planean abordar este problema implementando un sistema de drenaje pluvial en un futuro próximo. Este proyecto se implementará utilizando los modelos HEC-HMS y EPA-SWIM, los cuales estarán operativos en tiempo real.

Recientemente, se ha sugerido una solución novedosa para alterar la metodología existente. Este programa fue creado por un equipo competente con experiencia en el análisis de sistemas hidrológicos que abarcan muchas áreas. El objetivo es construir un modelo integral del sistema de drenaje pluvial urbano. La cantidad de agua captada por los desagües vendrá determinada por las propiedades impermeabilizantes de las superficies y las precipitaciones. Esto se hará de acuerdo a los factores de riesgo relacionados, con el objetivo de captar el agua en el menor



tiempo posible y sin generar contratiempos. Asegúrese de que los tubos de drenaje tengan la capacidad de transportar el líquido sin inducir la repavimentación.

1.2 Problema general

¿Cómo influye el modelamiento hidrológico en el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa, utilizando el método de simulación hidrológica?

1.3 Problemas específicos.

1. ¿Cuáles serán los caudales de aportes para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa, en función al periodo de retorno?
2. ¿Qué dimensiones y características geométricas tendrán las secciones de los canales y tuberías del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa?
3. ¿Cuáles son las proyecciones de los caudales de descarga en la entrega al cuerpo receptor del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa?

1.4 Justificación.

1.4.1 Justificación técnica

La ausencia de un sistema de drenaje pluvial urbano es producto de los daños de la infraestructura circundante del área urbana (Lampa), o, si se instala uno, por un diseño técnico inadecuado de un sistema de drenaje urbano que no tiene en cuenta los criterios hidrológicos. La inundación es el mayor peligro al que la ciudad de Lampa está sujeta, según el mapa de riesgos naturales del Instituto Nacional de



Defensa Civil (INDECI). Este es un problema serio para la población que vive en las comunidades aledaños al río Lampa cuenca.

1.4.2 Justificación económica.

El resurgimiento de las avenidas resulta en precipitaciones en la mayoría de Lampa, lo que provoca inundaciones en la ciudad y vulnerabilidades a la población, la infraestructura, las actividades productivas, y demás factores.

Este estudio posibilitará en el caso urbano (Lampa) los puntos con situaciones críticas de inundaciones para ello se propone un asistir el drenaje pluvial urbano con modelos matemáticos y datos hidrológicos obtenidos de la cuenca del río Lampa. Estos resultados evitarían el crecimiento social.

1.4.3 Justificación ambiental.

Los cambios en la dinámica de los ecosistemas, la desaparición de la vegetación, la aparición de insectos y la presencia de agua estancada contribuyen al desarrollo de enfermedades asociadas a parásitos. Mediante la implementación de un sistema de drenaje urbano se puede reducir las probabilidades de efectos ambientales adversos y se podrán disminuir los factores de deterioro de infraestructura vial.

1.4.4 Justificación social.

El desarrollo de las operaciones dentro de las zonas afectadas se ve obstaculizado por las pérdidas financieras que ocasionan las inundaciones y las condiciones sanitarias desfavorables que surgen del secuestro de las zonas inundadas. A través del INDECI, el Estado desempeña un papel crucial en la ayuda



a las ciudades y comunidades afectadas mediante la entrega de comidas congeladas y botiquines de primeros auxilios, entre otras cosas. Los programas HEC-HMS y EPA-SWMM permitirán conocer las zonas susceptibles de inundación. Así, se implementará un plan de drenaje pluvial urbano con el fin de prevenir daños a los residentes o perjudicar a su capacidad de viviendas o realizar actividades normales.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

Desarrollar el modelamiento hidrológico para diseñar el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa

1.5.2 *Objetivos específicos*

1. Determinar los caudales de aportes para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa.
2. Determinar la resistencia a la compresión axial y resistencia a la flexión de un concreto normal producido con agregados naturales en la ciudad de Juliaca.
3. Analizar y determinar los caudales de descarga en la entrega al cuerpo receptor del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa.

1.6 Hipótesis

1.6.1 *Hipótesis general*

La modelización hidrológica influye en el funcionamiento y simulación dinámica de procesos hidrológicos e hidráulicos permitiendo la estimación ilimitada



de la proyección de las redes de sistemas de drenaje pluvial y manejando una amplia variedad de formas geométricas de conductos, así como establecer parámetros y restricciones integradas en los modelos.

1.6.2 Hipótesis específicas

1. Los caudales de aportes al sistema de drenaje pluvial estarán en el rango de 0.345-0.670m³/s, estimando que el valor del caudal de aporte pico para el periodo de retorno de 20 años será 0.356m³/s y para el periodo de retorno máximo de 200 años el valor del caudal pico será 0.583m³/s.
2. Las dimensiones y características geométricas de los canales y tuberías serán de sección trapezoidal con ancho de solera $b=5\text{m}$ y talud $z=0.25$ en los drenes principales y de sección triangular y ducto cerrado con $z=0.18\text{m}$ y $D=430\text{mm}$ en los drenes secundarios y terciarios.
3. Se proyecta que los caudales de descarga en la entrega al cuerpo receptor del sistema de drenaje pluvial serán de 15.35m³/s por parte de la estructura de transporte secundario y terciario al cuerpo receptor, estos valores se mostrarán en el hidrograma del modelo hidrológico.

1.7 Operacionalización de las variables

Variables independientes.

Modelo hidrológico

V1: Modelamiento hidrológico HEC-HMS



Indicadores:

Sistema de drenaje pluvial de urbano

Morfometria de subcuentas

Transformacion lluvias – escorrentía

Caudal de diseño

Variables dependientes

V1: Diseño hidráulico

Diseño del sistema de drenaje pluvial

Indicadores:

Precipitaciones históricas

Características de la superficie

Parámetros de diseño hidraulico

1.7.1 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

VARIABLES		INDICADORES	INDICES
Vi = V1 MODELACION HIDROLOGICO	ViA=Modelo hidrológico HEC- HMS	1.1 MODELO DE CUENCA	1.1.1 Estaciones convencionales y/o automatizados 1.1.2 Intensidad media de lluvias 1.1.3 Intensidad máxima de lluvias 1.1.4 Histogramas e Histogramas
		1.2 CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE (INTERFAZ GIS Y EARTH)	1.2.1 superficie de tierra 1.2.2 Superficie de Pavimento 1.2.3 Superficie Asfáltico 1.2.4 Superficie suelo vegetal
		1.3 MORFOMETRIA DE SUBCUEBCAS (ARCGIS)	1.3.1 ubicación de la cuenca hidrográfica 1.3.2 Áreas de subcuencas 1.3.3 Área Urbana
		1.4 TRANSFORMACION LLUVIA-ESCORRENTIA	1.1.1 Acumulación de lluvias 1.1.1 Transformación escorrentía superficial 1.2.2 Hietogramas 1.2.3 Curvas IDF
	ViB=Modelo hidrológico EPA- SWMM	1.1 PARAMETROS HIDROMETEREOLÓGICOS	1.1.1 Delimitación hidrográfica de la cuenca 1.1.2 Área de la cuenca hidrográfica 1.1.3 Área de subcuencas 1.1.4 Área urbana 1.1.5 Ciclo hidrológico urbana 1.1.6 Perfil de elevación de la zona urbana
		1.2 PRECIPITACIONES HISTORICAS	1.1.1 Registro de pluviómetros y pluviógrafos (tiempo/lluvia) 1.1.1 Hidrología Probabilística 1.2.2 Caudal máximo extraordinario (volumen/tiempo) 1.2.3 Curvas IDF
		1.3 SIMULACION HIDROLOGICA E HIDRAULICA	1.3.1 Registro de Estaciones (SENAMHI) 1.3.1 Intensidad media de lluvias 1.3.3 Intensidad máximas de lluvia 1.3.2 Intensidad máxima extraordinaria. 1.3.3 Hietogramas e histogramas 1.3.6 proceso de simulación de datos hidrológicos
		1.4 SECCIONES DE CONDUCTOS	1.4.1 Análisis Estadístico de resultados hidrológicos 1.4.1 Método racional 1.4.2 Método de simulación
	Vd = v2 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	2.1 PARAMETROS DE DISEÑO HIDRAULICO	2.1.1 Tipo de material 2.1.2 Radio hidráulico 2.1.3 Sección transversal de canales y tuberías 2.1.4 Pendiente transversal y longitudinal
		2.2 DISEÑO HIDRAULICO	2.2.1 Volumen de aguas 2.2.2 Caudal de entrega 2.2.3 Caudal receptor



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes locales.

Según **(Rojas & Humpiri, 2016)**, en su trabajo de tesis: "EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM", Señalando las conclusiones de la evaluación, señala que los estudios de ingeniería fundamentales incorporados en el expediente técnico se realizaron sin la colaboración suficiente del personal técnico. Para realizar la modelación hidrológica e hidráulica mediante el software SWMM, el proyecto se ha dividido en cuatro cuencas. Esta decisión se tomó con base en los Estudios de Ingeniería Básica. Al optimizar las características hidráulicas que son esenciales para la ejecución de las redes de drenajes, se espera lograr cierto éxito en este apartado. Es vital generar las condiciones de operación necesarias descritas en la Norma GH-010, Norma OS-060 de la RNE y el Plan de Desarrollo Urbano (Juliaca), como se menciona en el Punto 3.1. Esto es necesario para que el sistema de drenaje sugerido funcione bien.

Según el "ESTUDIO FINAL DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE JULIACA" nos indica que se divide la primera es la realización del esquema, y la segunda al final, tras recopilar datos sobre el terreno. El principal defecto del expediente tecnológico es que parte del supuesto de que las condiciones reales del terreno son favorables para la construcción de la red de perforación. En esta suposición no se toma en cuenta la deficiente



infraestructura vial, El río Torococha fuertemente contaminado y el entorno urbano caótico. Se ha descubierto que existen incoherencias en el cálculo hidráulico, los planos y las mediciones de los diámetros del canal. (Tabla 3). Hay un movimiento de aproximadamente 400 metros hacia el noreste, lo que se indica por deficiencias que se han detectado en la región de Topografía. Estas deficiencias sugieren discrepancias en la colocación de puntos. Durante el transcurso del proyecto, se realizó un nuevo levantamiento geodésico y topográfico como consecuencia de esto. En la Tabla 2, se muestra la comparación de puntos y en la Tabla 6, se ofrece un resumen del levantamiento geodésico. Los sitios topográficos particulares que se utilizaron se detallan en las tablas que se pueden encontrar en el Punto 3.3.4. La conveniencia hidrológica determinará el número de días. Además, de acuerdo con OS-060, los principales sistemas de drenaje urbano deben considerar un periodo de retorno de aproximadamente veinticinco años. Además, los enfoques estadísticos que se están utilizando actualmente para analizar e interpretar los datos de precipitación se consideran inadecuados.

Nuestros parámetros hidrológicos estiman una precipitación máxima de 150 a 200 millones de metros y un periodo de retorno de 235 años. Con base en una serie temporal de seis horas de duración, se desarrolló el hietograma de diseño utilizando el método que resultó ser el más adecuado, que es la Distribución Gamma con Dos Parámetros. Para las superficies de hormigón y asfalto, el coeficiente de Manning para el flujo superficial en suelo impermeable es de 0,012; para el césped natural, es de 0,013; y para el suelo impermeable, es de 0,012. Las carreteras tienen un coeficiente de 0,011, mientras que las tuberías de PVC y los pavimentos tienen un coeficiente de 0,013.



El SWMM es un modelo matemático, se utilizó en el desarrollo de una técnica en cuanto al diseño de los sistemas de drenaje urbano. Este modelo tiene en cuenta el movimiento simultáneo de flujos en las calles, así como el intercambio de flujos entre diferentes elementos del sistema. Además, la técnica emplea un enfoque dinámico en el canal, que puede resolver las ecuaciones de "Saint-Venant" en su totalidad para el flujo inestable que se produce en los canales. La utilización de un modelo numérico en lugar de la técnica tradicional permitió una predicción más precisa del rendimiento hidráulico del sistema de drenaje actual, así como una evaluación de su estado actual y la investigación de los problemas hidráulicos que se presentan en la actualidad con el fin de sugerir cambios. Considerado una alternativa adecuada para estudiar proyectos de rehabilitación urbana a gran escala, el modelo SWMM ofrece diversas herramientas y recursos interactivos. Los datos recopilados sirven de base para el establecimiento de estas herramientas y recursos.

Según **(Zapana Rios, 2016)**, La tesis: "EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PROYECTADO DE LA CIUDAD DE JULIACA MEDIANTE EL PROYECTO DE NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO 2014", teniendo como resultado, se tiene el período de retorno inferior al adecuado según los aportes caudal evaluados. Señala también que los tramos de tubería y canal superan sus secciones completas, otramete su capacidad máxima admisible. Actualmente, el caudal de descarga an un cuerpo receptor is de 19.90 m³/s; in el diseño nuevo, el caudal pico es de 35.46, mucho mayor al establecido en la ficha técnica.



Según (**Apaza Quispe ,2019**), en su trabajo de tesis "MODELAMIENTO HIDROLOGICO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PROYECTADO EN LA CIUDAD DE LAMPA UTILIZANDO LOS MODELOS HEC-HMS Y EPA-SWMM", Según las conclusiones del estudio, la modelización hidráulica permite incorporar diversas redes de perforación a gran escala en estructuras hidráulicas. Además, la adquisición de datos en tiempo real puede lograrse integrando el modelo digital de elevación de acuerdo con las características específicas de la zona de estudio. Además, se sugiere evaluar los niveles máximos del río Lampa como punto de descarga, lo que a su vez toma en cuenta las entregas al cuerpo receptor en caso de que eventualmente se construya un sistema de drenaje. Para ello se realizan todas las combinaciones posibles de estados pluviales con datos que van desde 2 hasta un período de retorno de 20.000 años. Tras el análisis, se producirá una precipitación automática.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Según (**Chavez Aguilar, 2006**), en su trabajo de tesis "SIMULACION Y OPTIMIZACION DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO URBANO", asegura: "El proceso de optimización permite extraer diversos parámetros hidráulicos que conducen al menor coste posible de un túnel de agua de Alcantarillado Pluvial o Sanitario y garantizan que no se produzcan desbordamientos ni cuellos de botella en la red." (p.95) teniendo en cuenta que la intensidad de las precipitaciones tiene relación para el diseño de las dimensiones de la red de tubería.



Los desbordes y sobrecargas en la red pueden evitarse mediante la optimización ayuda a garantizar que la red se diseñe con el menor costo posible para la red pluvial.

La intensidad de las precipitaciones que se deben considerar se ve afectada por la selección del período de concentración. Es necesario tener una mayor intensidad de lluvia para tener un menor tiempo de concentración, lo que a su vez afecta los diámetros de tubería.

Según los hallazgos, el "Plan de evacuación de aguas pluviales", que considera la red completa establecida por los nodos 1-320, es inadecuado para el nivel de intensidad que se definió. Esto se debe a que las profundidades de instalación en el punto de entrega son mayores a 8 metros, lo que hace que el bombeo de agua sea particularmente desafiante cuando se trata de caudales de 20 metros cúbicos por segundo. Además, los diámetros que se logran superan con frecuencia los 2 metros, lo que se considera una cantidad poco común. Se tiene la red de 238m a 320m la profundidad de la instalación varía entre 2 y 7 metros, mientras que los diámetros normalmente son inferiores a 1,20 metros. Dado que se consideran factibles caudales de alrededor de 5m³/s grado de intensidad ha indicado, esto sugiere que la construcción de esta red es factible.

Según (Jiménez Hernández, 2018, pág. 113), el diseño de Drenaje Pluvial y evaluación del impacto urbano, llegó a la conclusión el diseño empleado permitirá que las aguas de lluvia ingresen a la parte más baja de la cuenca y no genere una inundación, donde se ha confirmado que realizar el estudio de escorrentía interna una vez pasado por la captación y rejillas puede representar el sector más crítico



2.1.3 Antecedente Internacional.

Según **(Domingos, 2015)**, en su estudio “ESTRATEGIA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DRENAJE PLUVIAL, EMPLEANDO LA MODELACIÓN MATEMÁTICA, PARA SU APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE LUANDA”. concluye que:

1. Mediante El modelado matemático y desarrollo en campo, se desarrolló una técnica para diagnosticar, construir y validar redes de drenaje pluvial. Donde este método se a aplicado a la ciudad de Luanda.

2. En la construcción del DTM del barrio Marcal se tuvieron en cuenta los requerimientos de resolución que se requieren en un área urbana. Como consecuencia de su desarrollo se obtuvo un modelo geoestadístico interpolado ideal (kriging), lo que se logró mediante el uso de criterios que garantizan la compatibilidad de datos entre varias fuentes. Se ha logrado un nivel de calidad adecuado en el modelo final, lo que permite su uso en la modelización de procesos de escorrentía.

3. Utilizando datos de diversas fuentes y empleando técnicas de modelado espacial, en el terreno del barrio Marcal se desarrollo un modelo digital. Este modelo facilitó la simulación de la escorrentía en la cuenca urbana de la comunidad y garantizó su conducción segura a través de canales naturales.

4. La técnica recomendada se puso en práctica en el área seleccionada para la investigación, lo que permitió definir criterios para evaluar el peligro de inundaciones en períodos de lluvias severas. Para efectos de determinar el estado actual del barrio, esta fase funcionó como una fase de diagnóstico. Para



efectos de este diagnóstico se utilizó el método de validación, tomando en cuenta los máximos caudales de las dos cuencas hidrográficas asociadas al barrio Marcal.

5. Se realizó una comparación entre la presentación de la Unidad de Gestión Técnica y Saneamiento de Luanda (UTGSL) y el diseño de SewerUp para la red de drenaje de aguas pluviales del caso de estudio. El diseño de SewerUp produjo mejores resultados en términos de costo-beneficio en términos de diámetros de tuberías y costos. Esto se debe al hecho de que se logró una reducción de 65 tamaños de tuberías en varios lugares de la red, lo que representa el 74% de la reducción general. Además, con respecto al plan de UTGSL, se encontró que el diámetro de solo siete tuberías aumentó, mientras que los parámetros predeterminados se mantuvieron en otras dieciséis tuberías.

6. La verificación del diseño se realizó con SewerUp durante un período de diez años demostró que cuando la red de drenaje pluvial alcanza sus niveles máximos de descarga (en $t =$ tres horas), no se producen inundaciones hacia las calles. Esto se determinó a partir de los datos que se capturaron de los nodos de la red que se detectaron en SWMM.

Teniendo en cuenta los resultados de diseño obtenidos mediante el uso de SewerUp en circunstancias equivalentes a las utilizadas por UTGSL, se realizó la contrastación del costo de la red. Según los hallazgos del estudio, fue veinte por ciento más rentable que el presupuesto especificado en el primer plan.



Modelamiento de Luanda (UTGSL) y el diseño de SewerUp para la red pluvial del caso de estudio. El diseño de SewerUp produjo mejores resultados en términos de costo-beneficio en términos de diámetros de tuberías y costos. Esto se debe al hecho de que se logró una reducción de 65 tamaños de tuberías en varios lugares de la red, lo que representa el 74% de la reducción general. Además, con respecto al plan de UTGSL, se encontró que el diámetro de solo siete tuberías aumentó, mientras que los parámetros predeterminados se mantuvieron en otras dieciséis tuberías.

6. La verificación del diseño que se llevó a cabo en SewerUp durante un período de diez años demostró que cuando la red de drenaje pluvial alcanza sus niveles máximos de descarga (en $t =$ tres horas), no se producen inundaciones hacia las calles. Esto se determinó a partir de los datos que se capturaron de los nodos de la red que se detectaron en SWMM.

Teniendo en cuenta los resultados de diseño obtenidos mediante el uso de SewerUp en circunstancias equivalentes a las utilizadas por UTGSL, se realizó la respectiva evaluación en temas de costo. Según los hallazgos del estudio, fue veinte por ciento más rentable que el presupuesto especificado en el primer plan.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Modelamiento hidrológico

(hidahatari, 2019) "Los avances en la modelización hidrológica contemporánea permiten integrar datos espaciales obtenidos a partir de radares de satélite y modelos geológicos. Esto facilita la utilización de metodologías distribuidas y basadas en procesos para abordar problemas medioambientales, como el transporte de reactivos geoquímicos, la

contaminación agrícola y la erosión del suelo. La modelización hidrológica en procesos de simulación dinámica de líquidos se caracteriza por su falta de forma, lo que significa que adoptan la forma del recipiente en el que se encuentran. La incompresibilidad se refiere a la propiedad de los líquidos que impide aplastarlos bajo cualquier circunstancia física. El principio de Pascal, conocido como ley de Pascal, afirma que la presión producida por un fluido incompresible en un recipiente con paredes indeformables se transfiere uniformemente en todas las direcciones y en los lugares del interior del fluido”.



2.2.2 Modelo hidrológico HEC-HMS V4.3







Simula el flujo hidráulico del agua en diversos entornos, como canales y ríos naturales. El software se limita a una dimensión, sin tener en cuenta el impacto hidráulico de las variaciones de forma, las curvas y otras características del flujo que se producen en dos o tres dimensiones. El software fue creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para gestionar ríos, puertos bajo su autoridad. Desde su lanzamiento público en 1995, ha obtenido un amplio reconocimiento entre diversos usuarios. (Villon Bejar, 2011)

2.2.2.1 Componentes

a) Modelo de cuenca

El modelo de cuenca se describe por la extensión del mapa de superficie de la zona de estudio; esta se puede definir. Para definir la estructura de las cuencas, el programa considera los siguientes elementos:

-  Creat a new Project – crear Nuevo Proyecto
-  Subbasin (sub-cuenca)

-  Reach creation tools (herramientas de tramos de tránsito)
-  Reservoirs (embalses)
-  Juntions creations tools (herramienta de creación de uniones)
-  Diversions creations tools (herramienta de creación de derivaciones)
-  Sources creations tools (herramienta de creación de fuentes)
-  Sink creations tools (herramienta de creación de sumideros)

Este componente proporciona al programa información sobre las características y cualidades de la cuenca, incluida su superficie, el método que se empleará para obtener el hidrograma, el método de pérdidas y el método de transformación.

b) Modelo meteorológico

El cálculo se realiza para determinar la cantidad de lluvia necesaria en una determinada subcuenca. El modelo tiene la capacidad de utilizar datos pluviométricos puntuales o cuadrículados y puede simular eficazmente diversos sucesos pluviométricos.

c) Especificaciones para el control

Se determina la duración de los intervalos de tiempo en la región de drenaje específica que se examina. Se especifican las horas de inicio y fin de las precipitaciones, con flexibilidad para ajustar el intervalo de tiempo según las preferencias del usuario.



2.2.2.2 Métodos de cálculo del modelo HEC-HMS V4.3

El método inicial que viene por defecto en el modelo HEC-HMS es el *loss method* (método de pérdida) y el *Transform method* (método de transformación);

Ecuación de Manning enseñando a partir del tipo de material, seguidamente mostramos los valores de las rugosidades de distintos tipos de materiales.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}, \text{ (Ec. 2.1)}$$

A hora en el manual de Rossman también muestra los valores del coeficiente de Manning de conductos cerrados; a continuación, se muestra en la siguiente tabla 3:

2.2.2.3 Metodo de infiltración

Modelo de Horton:

A partir de la ecuación de Darcy – Weisberg se tiene el modelo computacional de infiltración que viene por defecto en el software HEC-HMS.

$$I_f = k \cdot \text{grad } h$$

EC. 1, Forma general del modelo Horton para determinar la infiltración

Modelo de Green and Ampt.

$$F(t) = L(n - \theta_i)$$

EC. 2, Forma general del modelo de infiltración de Green and Ampt

2.2.2.4 Metodo de transformación

Método Racional

$$Q_p = \frac{C * I * A}{360}$$

Método de Hidrogramas unitarios

- Hidrograma unitario triangular



$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

EC. 3, Tiempo de concentración en relación a la pendiente en min.

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

EC. 4, Tiempo de concentración en función a la diferencia de cotas (m).

$$Q_p = 0.5555 * \frac{hp_e * A}{t_b}$$

EC. 5, Caudal pico, método, hidrograma unitario

El tiempo pico se relacionan mediante la expresión

$$t_b = 2.67t_p$$

A su vez tiempo el tiempo pico se expresa como:

$$t_p = \frac{de}{2} + t_r$$

El tiempo de concentración se determina mediante el tiempo de concentración t_c de la forma:

$$t_r = 0.6 * t_c$$

Para cuencas grandes:

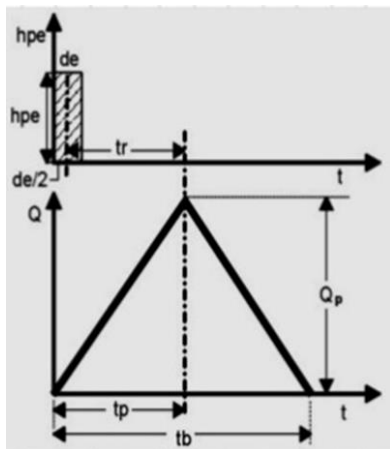
$$de = 2 * \sqrt{t_c}$$

Para cuencas pequeñas:

$$de = t_c$$

Figura 1

Grafico del hidrograma unitario triangular



Nota: Modelos de hidrograma UCV.

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

EC. 6, Tiempo de concentración en min

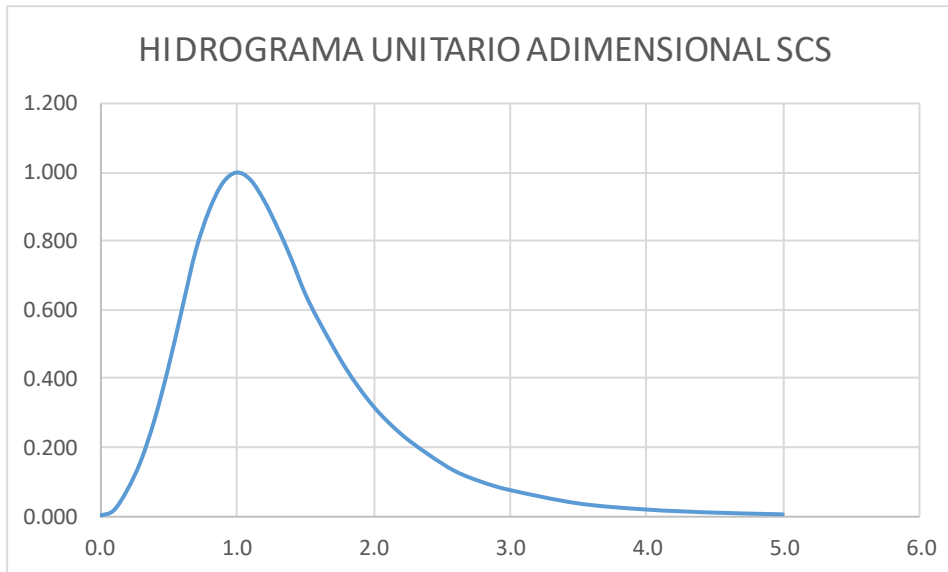
Se basa en tres principios a continuación se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q_2 = Q_1 \frac{I_2}{I_1}$$

EC. 7, Forma general del método de hidrograma unitario

Figura 2

Grafico del hidrograma unitario adimensional SCS



2.2.3 Modelamiento Hidráulico

La modelización hidráulica permite analizar el comportamiento hidráulico de un río, incluidos el nivel del agua, la profundidad, la velocidad y las zonas de desbordamiento, teniendo en cuenta las entradas y las circunstancias de funcionamientos normales y anormales.

Al emplear este enfoque, resulta factible prever los tramos del río que son incapaces de acomodar eficazmente el volumen de agua generado por las precipitaciones intensas y los episodios de escorrentía, lo que permite aplicar las medidas de precaución adecuadas. Además, permite analizar las propiedades energéticas del torrente, vinculadas a su capacidad de erosión y transporte de sedimentos. (Solis Bolaños & Cuevas Marin, 1995)

2.2.4 Descripción Del Modelo HEC-2

(Solis Bolaños, William, & Oreamuno Vega, 1991) referencia que; El modelo HEC-2 fue creado para calcular el perfil del agua de canales o ríos



artificiales. Se pueden calcular perfiles para flujo tanto supercrítico como subcrítico. Para flujo subcrítico, los cálculos comienzan en el segmento aguas abajo y van hacia la dirección aguas arriba. Por el contrario, en el caso del flujo supercrítico ocurre lo contrario. El modelo no permite la transición de un régimen de flujo a otro. Es importante calcular el perfil por separado para cada régimen y luego fusionar los resultados adquiridos. HEC-2 también permite considerar el impacto causado por diferentes obstáculos en el canal, como puentes, aliviaderos y alcantarillas.

El modelo se ha utilizado para determinar los lugares que son susceptibles a inundaciones para diversos escenarios de flujo asociados con diferentes tiempos de retorno.

- Investigar el impacto de las alteraciones en el uso del suelo sobre la vulnerabilidad a las inundaciones.
- Evaluar la reducción del riesgo de inundaciones mediante la implementación de medidas para mitigar el cambio de uso del suelo.
- Evaluar la capacidad hidráulica de los puentes.

Presuposiciones y restricciones

El propósito del software HEC-2 es calcular los perfiles de flujo que cambia progresivamente tanto en canales naturales como artificiales. El software está sujeto a las siguientes restricciones:

- No se tiene en cuenta el flujo constante - No se examina el flujo transitorio
- En el contexto de flujo unidimensional, no se tienen en cuenta las componentes perpendiculares de la velocidad del agua. La pendiente del río no debe exceder el 10%.



- El software carece de la capacidad de tener en cuenta los movimientos fronterizos.

2.2.4.1 Bases teóricas de analisis

El sistema implícito formado por las ecuaciones de continuidad, Bernoulli y pérdidas lineales y locales se resuelve utilizando el enfoque iterativo del paso estándar. Luego de hacer un examen de las condiciones hidráulicas actuales, es posible alterar la capacidad de transporte del río implementando la opción de mejoramiento del cauce. HEC-2 permite ajustar varios parámetros como la línea central del canal, la elevación del fondo, las pendientes laterales, el ancho de la plantilla y los valores n de Manning, para obtener la solución más eficaz tanto desde el punto de vista técnico como económico.

2.2.4.2 Datos de entrada

El enfoque principal en el modelado con HEC-2 está dedicado a adquirir los datos de entrada. La información proporcionada abarca el régimen de flujo, elevación inicial, caudal, coeficientes de pérdida y la geometría longitudinal y transversal del canal.

- Estado de la dinámica de fluidos. Los cálculos comienzan en una determinada sección transversal donde se conoce o se supone la altura del agua. Si el flujo está por debajo de la velocidad crítica, muévase en la dirección opuesta al flujo; si está por encima de la velocidad crítica, muévase en la misma dirección que el flujo.
- Altitud inicial. La elevación inicial se puede determinar utilizando la profundidad crítica, una altura conocida, el enfoque de área-pendiente o una curva de flujo contra cabeza.



- El movimiento o transferencia de algo de manera continua y suave. El flujo se crea utilizando el modelo HEC-1 y se puede modificar en cualquier parte. HEC-2 permite la utilización de varios caudales para lograr numerosos perfiles. Esta característica permite la detección de corrientes cruciales, es decir, aquellas que provocan inundaciones.
- Coeficientes de disipación de energía. Se utilizan los siguientes coeficientes de pérdida: El usuario solicita información sobre los valores n de Manning para el canal principal y llanuras de inundación, coeficientes de expansión o contracción C y coeficientes de pérdida en puentes por pilotes, aliviaderos o flujo a presión.
- El estudio de la geometría longitudinal y transversal del canal. Es importante una representación exhaustiva de los atributos geométricos del canal, lograda mediante un completo estudio topográfico longitudinal y transversal. Es necesario aumentar la sección transversal en cada lugar donde existan alteraciones en la geometría o hidráulica del canal. Se requiere una elevación precisa para levantar obstáculos como puentes. Del mismo modo, es imperativo tener en cuenta las alteraciones en la textura, inclinación o movimiento de la superficie. El estudio debe abarcar no sólo la vía fluvial principal, sino también las áreas bajas adyacentes propensas a inundaciones.

Los datos deben alinearse en dirección descendente, ya que el software supone que la información se muestra desde la orilla izquierda a la orilla derecha.

2.2.4.3 Datos de salida

El HEC-2 genera los datos de salida siguientes:



- Resultado de los datos proporcionados.
- Distribución de corrientes eléctricas en las zonas inundables izquierda y derecha, así como el canal principal.
- Los perfiles longitudinales exhiben características significativas que incluyen profundidad normal, profundidad crítica, línea eléctrica, lecho del río, altura de las orillas izquierda y derecha y elevación más baja de las estaciones terminales.
- Perfiles transversales que representan el nivel del agua y el nivel de energía en varias o todas las estaciones.

Resumen de resultados. Esta tabla muestra muchas características geométricas e hidráulicas, como el número de sección, la elevación del fondo, la elevación del agua, la pendiente, la velocidad, la descarga, etc. El usuario tiene la capacidad de personalizar la disposición de las tablas de salida para que se correspondan con sus gustos individuales. Tienes una amplia gama de elementos para elegir.

2.2.5 Modelo hidrológico EPA – SWMM 5.1.013

El modelo de gestión de aguas pluviales de EPA-SWMM, a menudo conocido como SWMM, es un modelo de simulación versátil que se utiliza para el análisis dinámico de precipitación-escorrentía. Puede aplicarse tanto a escenarios de un solo evento como a simulaciones continuas que abarquen una larga duración.

Rossmann (2015) afirma en el manual que el módulo de escorrentía o hidrológico de SWMM opera utilizando una secuencia de cuencas para recolectar precipitación y crear escorrentía, mientras que el módulo de transporte o hidráulico de SWMM es responsable de analizar esta escorrentía.



El paso de estas aguas a través de una red formada por conductos, canales, embalses e instalaciones de tratamiento, así como bombas y mecanismos de control.

2.3 Modelo conceptual utilizando el epa - swmm

En el contexto de SWMM 5.1.013, el modelo conceptual del sistema de drenaje se considera como una colección de componentes (objetos) que se organizan en módulos. En términos generales, cada elemento es un reflejo de un proceso hidrológico o hidráulico separado, como la precipitación, la creación de escorrentía superficial y el movimiento del agua.

La lluvia se representa en el modelo como un elemento "Pluviómetro", que es responsable de registrar los datos de precipitación. Esta representación se basa en el proceso hidrológico. El usuario tiene la opción de ingresar los datos en forma de una serie temporal para tormentas históricas o de diseño, o como un archivo que contiene datos completos de precipitación. Por ejemplo, el usuario puede ingresar registros históricos de lluvia de un pluviómetro que se registran en intervalos de tiempo discretos. La ilustración.

Es el módulo "Escorrentía" el que proporciona al elemento "Pluviómetro" su información de fondo. Este módulo está formado por componentes de tipo "Subcuenca", que son lugares donde pueden tener lugar dos procesos hidrológicos: escorrentía y pérdidas de precipitación. Para el primer paso del proceso, es necesario investigar los fenómenos de infiltración, almacenamiento e intercepción que tienen lugar en la superficie. Además, el módulo 'RUNOFF' almacena una fracción de la cantidad de precipitación que se recolectó. En el paso siguiente, el volumen restante de precipitación se



clasifica como escorrentía superficial y se envía al módulo 'TRANSPORT' para su posterior procesamiento.

El modelado de la red de drenaje es responsabilidad del módulo 'TRANSPORT'. Esta red puede estar formada por secciones de canales naturales, conductos, carreteras, elementos de almacenamiento y otros componentes. Es responsabilidad de cada uno de estos módulos guiar el flujo hacia los lugares de salida de la red. Este flujo puede originarse de la escorrentía superficial que se crea mediante el módulo 'RUNOFF' o de hidrogramas que se establecen por el usuario. El módulo 'TRANSPORT' está compuesto por conductos y nodos que actúan como conexiones a lo largo de la sección del ramal que se conoce como los Enlaces.

Al modelar cuencas hidrográficas, se utilizan subcuencas para representar los muchos componentes de los sistemas de captación de agua. Son las propiedades topográficas, hidrológicas e hidráulicas de estas subcuencas las que determinan el flujo de escorrentía hacia un único punto en el desagüe de la subcuenca. Estas subcuencas forman la unidad hidrológica básica de la superficie de la Tierra. Es posible que este desagüe sea un nodo de la red de drenaje, así como otro sistema o cuenca. Cada elemento de recolección de agua requiere información sobre su área, anchura, pluviómetro asociado, pendiente promedio y cualquier otro dato y estadística pertinente. Además, es factible designar una cierta altura para almacenar o retener agua tanto en superficies permeables como impermeables. En el caso de superficies impermeables, es importante distinguir entre áreas que pueden retener agua y aquellas con poca pendiente donde la retención de agua no es posible. Cada



subcuenca deberá incluir información sobre sus magnitudes (ancho y perímetro) así como su correspondiente rugosidad.

2.3.1 Componentes físicos

El sistema de drenaje de aguas pluviales dentro de la georeferencia (mapa EPA-WSMM) consta de muchos componentes físicos. Estos componentes se representan en la Figura 1 y desempeñan un papel en el modelo hidrológico.

- a) **Modelo de Green-Ampt:** Se supone que el suelo tiene un frente de humectación abrupto que separa el suelo completamente saturado de arriba del suelo con un contenido de humedad inicial.
- b) **Modelo del Numero de Curva:** Este método, que utiliza tablas de números de curva para proporcionar información sobre la capacidad total de infiltración del suelo, se desarrolló a partir del Número de Curva (SCS) del NRCS y se utiliza para calcular la escorrentía. La cantidad de lluvia acumulada y la capacidad restante del suelo para absorber agua definen la capacidad durante una tormenta.

2.3.2 Modelado hidraulico

Se refiere al proceso de creación de modelos matemáticos que simulan el comportamiento de los fluidos en sistemas hidráulicos.

La modelización hidráulica permite analizar las características hidráulicas del flujo en el sistema de drenaje, incluyendo situaciones de operación tanto regulares como extraordinarias. Proporciona información sobre el nivel del agua, la profundidad, la velocidad y los lugares propensos a desbordarse, en función de los caudales de entrada.



Al emplear este enfoque, es factible anticipar las secciones del río que carecen de la capacidad de transportar eficazmente el volumen generado por precipitaciones intensas y escorrentías, permitiendo la implementación de acciones preventivas adecuadas. Además, nos permite examinar los atributos energéticos del torrente, que están relacionados con su capacidad para erosionar y eliminar sedimentos. (Solís Bolaños & Cuevas Marín, 1995)

2.3.3 Sistema de drenaje pluvial urbano

Un sistema de drenaje pluvial urbano es una infraestructura compleja diseñada para eliminar eficazmente grandes cantidades de agua resultantes del escurrimiento de agua de lluvia en superficies dentro de la región metropolitana de una ciudad.

2.3.4 Modelamiento hidráulico

Se refiere al proceso de utilizar técnicas matemáticas avanzadas para simular y analizar el comportamiento de los fluidos en sistemas hidráulicos.

El modelado hidráulico permite el análisis del comportamiento hidráulico de un río, incluido el nivel del agua, la profundidad, la velocidad y las zonas de desbordamiento, considerando los flujos entrantes y situaciones operativas tanto normales como anormales.

Al emplear este enfoque, es factible anticipar las áreas del río que no pueden acomodar eficazmente el volumen de agua generado por precipitaciones intensas y escorrentías, permitiendo la implementación de medidas preventivas adecuadas. Además, nos permite examinar los atributos energéticos del torrente, que están vinculados a su capacidad para erosionar y eliminar sedimentos. Solís Bolaños y Cuevas Marín (1995)



2.3.5 Descripción del modelo HEC-2

(Solis Bolaños, William, & Oreamuno Vega, 1991) afirma que el modelo HEC-2 fue creado específicamente con el propósito de calcular el perfil del agua en canales o ríos artificiales. Se pueden calcular perfiles para ambas condiciones de flujo: supercrítico y subcrítico. Para flujo subcrítico, los cálculos comienzan en el segmento aguas abajo y van hacia la dirección aguas arriba. Por el contrario, en el caso del flujo supercrítico ocurre lo contrario. El modelo no permite la transición de un régimen de flujo a otro. Es importante calcular el perfil por separado en cada régimen y luego fusionar los resultados adquiridos. HEC-2 también permite considerar el impacto causado por diferentes obstáculos en el canal, como puentes, aliviaderos y alcantarillas.

El modelo se ha utilizado para determinar las regiones propensas a inundaciones para diversos caudales asociados con diversos intervalos de recurrencia.

- Investigar el impacto de las alteraciones en el uso del suelo sobre la vulnerabilidad a las inundaciones.
- Evaluar la reducción del riesgo de inundaciones mediante la implementación de medidas para mitigar el cambio de uso del suelo.
- Evaluar la capacidad hidráulica de los puentes.

Presuposiciones y restricciones

El software está limitado de las siguientes maneras:

- No tiene en cuenta el flujo permanente.
- No evalúa flujo rápidamente variable.



- En el contexto de flujo unidimensional, las partes perpendiculares de la velocidad del agua no se tienen en cuenta.
- La pendiente del río debe ser inferior al 10%.
- La aplicación carece de la capacidad de tener en cuenta los límites cambiantes.

2.3.6 Fundamentos teóricos de analisis

El sistema implícito formado por las ecuaciones de continuidad, Bernoulli y pérdidas lineales y locales se resuelve utilizando el enfoque iterativo del paso estándar. Luego de hacer un examen de las condiciones hidráulicas actuales, es posible alterar la capacidad de transporte del río implementando la alternativa de mejoramiento del cauce. HEC-2 permite el ajuste de la línea central del canal, la elevación del fondo, las pendientes laterales, el ancho de la plantilla y los valores n de Manning para obtener la solución más eficiente técnica y económicamente.

2.3.7 Información de entrada

El enfoque principal en el modelado con HEC-2 está dedicado a adquirir los datos de entrada. La información proporcionada abarca los siguientes parámetros: régimen de flujo, elevación inicial, caudal, coeficientes de pérdidas y la geometría longitudinal y transversal del canal.

- Estado de la dinámica de fluidos. Los cálculos comienzan en una determinada sección transversal donde se conoce o se supone la altura del agua. Si el flujo está por debajo de la velocidad crítica, muévase en la dirección opuesta al flujo; si está por encima de la velocidad crítica, muévase en la misma dirección que el flujo.



- Altitud inicial. La elevación inicial se puede determinar utilizando la profundidad crítica, una altura conocida, el enfoque de área-pendiente o una curva de flujo contra cabeza.
- Caudal. El flujo se produce según el modelo HEC-1 y puede modificarse en cualquier segmento. HEC-2 permite la utilización de varios caudales para lograr numerosos perfiles. Esta característica permite la identificación de corrientes cruciales, es decir, aquellas que provocan inundaciones.
- Coeficientes de pérdidas de energía. Los coeficientes de pérdida empleados incluyen los valores n de Manning para el canal primario y las llanuras de inundación, coeficientes de expansión o contracción C y coeficientes de pérdida en puentes para pilotes, aliviaderos o flujo a presión.
- El estudio de la geometría longitudinal y transversal del canal. Es fundamental un análisis exhaustivo de las características geométricas del canal, que se logra mediante la realización de un exhaustivo levantamiento topográfico longitudinal y transversal. Es necesario aumentar la sección transversal en cada lugar donde existan alteraciones en la geometría o hidráulica del canal. Se requiere una elevación precisa para levantar obstáculos como puentes. Del mismo modo, es imperativo tener en cuenta las alteraciones en la textura, inclinación o movimiento de la superficie. El estudio debe abarcar no sólo el curso de agua principal, sino también las áreas adyacentes propensas a inundaciones, conocidas como llanuras aluviales.



Los datos deben alinearse en dirección descendente, ya que el software supone que la información se proporciona desde la orilla izquierda a la orilla derecha.

2.3.8 Información de salida

EL HEC-2 genera los datos de salida siguientes:

Salida de los datos suministrados.

- Asignación de corrientes en las llanuras aluviales izquierda y derecha, así como en el cauce primario.
- Los perfiles longitudinales proporcionan la siguiente información: profundidad normal, profundidad crítica, línea de energía, fondo del río, altura de las márgenes izquierda y derecha y elevación más baja de las estaciones finales.
- Perfiles transversales que representan el nivel del agua y el nivel de energía durante varias estaciones.
- Resumen de los hallazgos. La tabla muestra muchos parámetros geométricos e hidráulicos, incluido el número de sección, elevación del fondo, elevación del agua, pendiente, velocidad, descarga, etc. El usuario tiene la capacidad de personalizar el formato de las tablas de salida para alinearlas con sus preferencias específicas. Tienes una variada selección de factores para elegir.



2.4 Marco conceptual

Alcantarillas: Son estructuras ubicadas debajo de las carreteras para recolectar y redirigir el flujo de agua obstruido por los canales de la carretera.

Aguas Pluviales: Se refieren al agua de lluvia o precipitación natural que fluye a través de la atmósfera.

Áreas de contribución o influencia: Se refieren a todos los lugares que contribuyen a la escorrentía superficial drenando sus aguas hacia un lugar determinado.

Canal: Son componentes estructurales que se utilizan en el diseño de carreteras para recolectar y desviar eficientemente el exceso de agua, previniendo inundaciones y garantizando la seguridad de las estructuras cercanas.

Capacidad hidráulica: Para la capacidad de estructura para transportar efectivamente un volumen de agua, determinado por el nivel máximo permitido de agua. Esta altura está especificada por una norma. Estos criterios, junto con otros factores, establecen el tamaño final de las estructuras que se examinan y su capacidad funcional.

Cause: Camino o zanja sin obstáculos a través de los cuales fluya el agua con el fin de gestionar peligros o para otros fines.

Cuenca: Las precipitaciones se acumulan y fluyen hacia un punto central de drenaje en un área específica de terreno. Los límites de la región se establecen mediante una división topográfica o superficial que rodea la cuenca.



Diagrama de flujo: Es una ilustración de cómo resolver un problema. Es preferible poder escribir instrucciones directamente en el lenguaje de programación que se utilizará para facilitar el proceso.

Drenaje Urbano: Se refiere al proceso de eliminación del excedente de agua que tiende a acumularse en los entornos urbanos.

Duración de lluvias: Se refiere al período de tiempo que se extiende desde el inicio hasta el final de la lluvia. Este punto final podría ser el cese total de la lluvia o el punto en el que la lluvia se hace evidente a efectos prácticos.

E correntia: Se refiere a un componente de la precipitación que se mueve sobre la superficie de la tierra o debajo de ella

Escurrimiento Superficial: Se refiere al proceso en el que el agua fluye sobre el suelo hacia un canal o estructura de captación. La ocurrencia de escorrentía se pospone constantemente en proporción a la precipitación que la genera. El retraso depende de los atributos de la región de drenaje, es decir, de los restos de escorrentía resultantes de las lluvias.

Estancamiento: Se refiere a la presencia de una cantidad excesiva de agua en la superficie.

Estructura de Captación: Son estructuras diseñadas para recolectar el agua de lluvia que fluye por los canales del área metropolitana.

Filtración: Es el proceso de separar partículas sólidas de un líquido o gas haciéndolas pasar a través de un material o medio poroso. Hidrodinámica del flujo y circulación del agua alrededor de los edificios.



Funcional: Pertenece al propósito o función, con foco en maximizar la eficiencia en las tareas previstas minimizando o eliminando cualquier aspecto decorativo.

Frecuencia de Lluvia: Se refiere a la frecuencia con la que ocurre un suceso particular, como la lluvia, dentro de un período de tiempo o número de años específico.

Gasto: La cantidad de agua que fluye a través de una porción específica de un canal en un período de tiempo específico se conoce como caudal o caudal volumétrico, y muestra que el flujo tiene un componente de volumen a lo largo del tiempo.

Gasto de Diseño: Se refiere al evento o flujo máximo de escorrentía que ocurre en una determinada región dentro de un tiempo de retorno definido. Representa la cantidad de agua que se debe eliminar. La evaluación de estos caudales se basa en la frecuencia de los eventos pluviométricos que los provocan, así como en la importancia de la zona.

Georreferenciación: Es el proceso de determinar con precisión la posición espacial de un objeto en un determinado sistema de coordenadas y datos, asegurando su ubicación geográfica única y bien definida.

Hidrología: Es la disciplina científica de la geografía física que se centra en el estudio de la fuente, distribución y características del agua en la Tierra.

Histograma: Representación gráfica del incremento de la precipitación, mostrada como un diagrama de barras.



Hidrograma: Es una representación gráfica que muestra los cambios temporales en datos hidrológicos como el nivel del agua, el caudal, la carga de sedimentos y otra información relacionada.

Infiltración: Es el mecanismo principal que elimina la mayor cantidad de lluvia de la escorrentía superficial inmediata.

Intensidad de Lluvia: Esto se refiere a la cantidad de agua que precipita durante un período de tiempo determinado. En general, las mediciones se realizan en milímetros por hora, milímetros por minuto o milímetros por segundo.

Método racional: Este enfoque sugiere que la escorrentía más alta en una región ocurre cuando toda ella contribuye, y que este pico corresponde a un porcentaje "c" de la tasa de precipitación promedio.

Periodo de Retorno de Diseño: Para su determinación se tienen en cuenta la importancia de los lugares y los posibles efectos de las inundaciones frecuentes sobre la población local, el transporte, las empresas, las industrias, etc. A continuación, para determinar el período de retorno se tienen en cuenta la importancia de la zona geográfica concreta y las circunstancias de protección.

Pluviógrafo: Es un dispositivo que utiliza un mecanismo para documentar visualmente la cantidad de lluvia dentro de un período de tiempo específico.

Pluviómetro: Es una herramienta meteorológica que permite recopilar y medir las precipitaciones. Calcula la cantidad total de precipitaciones caídas en un período de tiempo determinado.



Precipitación: Se refiere a la colección de partículas líquidas y sólidas, tanto cristalinas como amorfas, que se originan en las nubes y descienden a la superficie terrestre.

Sumideros: A veces conocidos como desagües pluviales, son conductos subterráneos diseñados para recolectar y canalizar agua, que generalmente se encuentran debajo de las aceras o carreteras.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y diseño de investigación

- Básica
- Transversal o Sincrónica
- Tipo de investigación Cuantitativa
- Nivel de Investigación: Descriptivo

3.2 Técnicas e instrumentos de colecta de datos

3.2.1 *Técnicas*

- Sistemas de información de geográficas (SIG)
- Información de precipitaciones históricas, cartas nacionales y planos catastrales.
- Manuales Técnicos
- Modelo dinámico

3.2.2 *Instrumentos*

- Solicitud SENAMHI
- Manuales técnicos

Se procesarán los siguientes documentos:

- a) Tecnologías para el modelamiento hidrológico
- b) Planes, estrategias y programas de investigación
- c) Informes de proyecto e informes finales de investigación.
- d) Para la apreciación directa del modelo hidráulico se utilizarán guías de observación.
- e) Uso de técnicas estadísticas de carácter descriptivo



- f) Se determinarán las mediciones tendenciales de la capacidad de retención de agua de la cuenca.

3.3 Materiales y métodos

3.3.1 Participantes

La identificación de los participantes (personas físicas, instituciones, empresas entre otros), la institución del SENAMHI, que proporciona información hidrometeorológica con fines académicos, en este caso para el desarrollo de la presente tesis, la municipalidad provincial de Lampa con la propuesta del Urbanismo. Plan de Desarrollo (PDU); que, por cierto, aún no ha sido aprobado.

3.3.2 Herramientas o materiales

- a) ArcGIS para la delimitación de la cuenca hidrográfica
- b) Google earth para la georreferenciación del área de estudio.

3.4 Procedimiento

Esta investigación empleará el método científico para analizar el estado hidrológico de la cuenca del río Lampa en la provincia de Lampa. El objetivo es desarrollar un modelo hidráulico óptimo que evalúe la capacidad hídrica e identifique áreas con riesgo de inundación en el casco urbano de Lampa. El objetivo final es proponer un diseño adecuado del sistema de drenaje.

La actividad de investigación se lleva a cabo utilizando un enfoque aplicado, no experimental, transversal y cuantitativo a un nivel racional de estudio. Esta característica permitirá la adquisición futura de resultados integrales al considerar la vulnerabilidad y la exposición para evaluar con precisión el riesgo general de una ubicación determinada. Esta información



luego se puede utilizar para definir y trazar áreas propensas a posibles inundaciones, específicamente por razones de drenaje pluvial.

- a) Usar ArcGIS para determinar los límites de la cuenca en función de características hidrográficas.
- b) Realizar un levantamiento georreferenciado para obtener datos de elevación utilizando Google Earth.
- c) Recopilar datos esenciales de fuentes como el SENAMHI y el catastro.
- d) Realizar análisis estadísticos de los datos recogidos.
- e) Utilizar un modelo hidrológico para calcular la descarga máxima de agua.
- f) Modelo hidrológico para la estimación de las magnitudes máximas de inundaciones.
- g) Modelación hidráulica con el fin de diseñar conductos de drenaje pluvial.
- h) Evaluación del equilibrio hídrico en la cuenca del río Lam.
- i) Determinación de las dimensiones de los conductos en el sistema de drenaje pluvial.
- j) Identificación de lugares con riesgo de inundación.
- k) Procesamiento de datos.
- l) Desarrollo de la propuesta del Proyecto del Sistema de Drenaje Urbano.

3.5 Estilo de redacción utilizada en el proyecto

Se encuentra vigente el marco fijado por el comité permanente de investigación de la UANCV y la APA. Los psicólogos y otras áreas de las



ciencias sociales emplean este formato de documentación de estudios. Los estudiantes universitarios utilizan principalmente la APA para formatear trabajos de investigación, junto con grupos profesionales. Esto utiliza una utilización precisa de las normas de estilo y formato, incluidos los márgenes, el espaciado y el tipo de letra.

3.6 Poblacion

Ciudad de Lampa

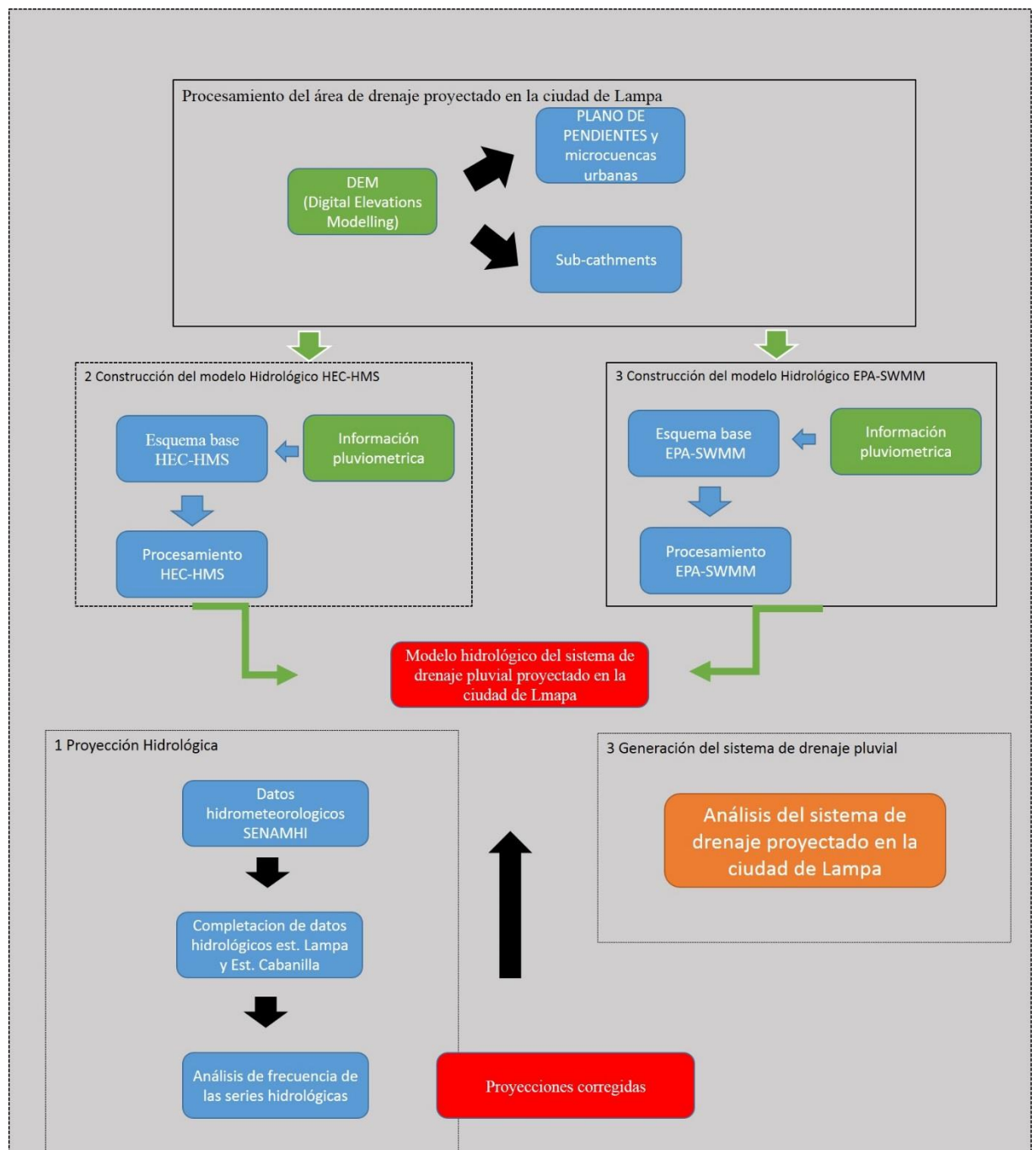
3.7 Muestra

Diseño del sistema de drenaje pluvial.

3.8 Esquema metodológico

Figura 3

Diseño del sistema de drenaje pluvial



Nota: (I., N., A., E., G., & R., 2018).



3.9 Análisis del ámbito del proyecto

3.9.1 *Diagnóstico del Estado de la Ciudad de Lampa*

La época actual está marcada por una importante preocupación por el impacto ambiental y los fenómenos climatológicos. Esta cuestión tiene un profundo efecto en el cambio climático, alterando el ciclo natural de precipitaciones a nivel de cuenca. En consecuencia, provoca la extinción de diversas especies de flora y fauna y provoca el desbordamiento de los ríos, lo que tiene graves consecuencias para los habitantes que viven en las proximidades del lecho del río. De ahí que sea imperativo implementar acciones políticas en materia ambiental que alivien las circunstancias del río Lampa.

Los proyectos relacionados con la evacuación del agua de lluvia no han recibido mucha atención, a pesar de su importancia para prevenir inundaciones y daños a las infraestructuras. Uno de esos proyectos, titulado "Drenaje Pluvial de la Ciudad de Juliaca", ha sido particularmente descuidado debido a cuestiones políticas, sociales y principalmente técnicas. Los recientes registros de precipitaciones indican que las inundaciones y los daños resultantes de las lluvias no fueron abordados adecuadamente en los planes técnicos para la construcción de sistemas de drenaje en la ciudad de Lampa y el distrito de Puno.

Se demuestra el enriquecimiento urbanístico de los vecinos que viven en las proximidades del río Lampa.



3.9.2 Ubicacion

El distrito de Lampa, capital provincial de la provincia de Lampa en el departamento de Puno del Perú, cuenta con 52.500 habitantes según el último censo, con una densidad de población de 16,8 personas por km², cubriendo una superficie total de 675,82 km³. La ubicación geográfica se muestra mediante el mapa político georreferenciado en ArcGIS.

Las coordenadas de Lampa son 15°21'48" de latitud sur y 70°21'58" de longitud oeste, según (INEI, 2019). Tiene una superficie total de 675,82 kilómetros. Lampa está situada al sur del territorio peruano, en la zona central del departamento de Puno y en la sección oriental de la provincia de Lampa. La capital de este país se encuentra a 3873 metros sobre el nivel del mar.

La ubicación de este lugar es en el Perú, específicamente en el departamento de Puno, provincia de Lampa y distrito de Lampa. Geográficamente se encuentra dentro de la zona 19 L sur, con coordenadas este de 353213.00 y coordenadas norte de 8301017 de latitud sur y 70 de longitud oeste. La elevación de este lugar es de 3875 metros sobre el nivel del mar y 3816 metros sobre el nivel del mar. Según la georreferencia del satélite Google Earth, la ubicación está cerca del río Lampa.



Tabla 2
Ubicación política

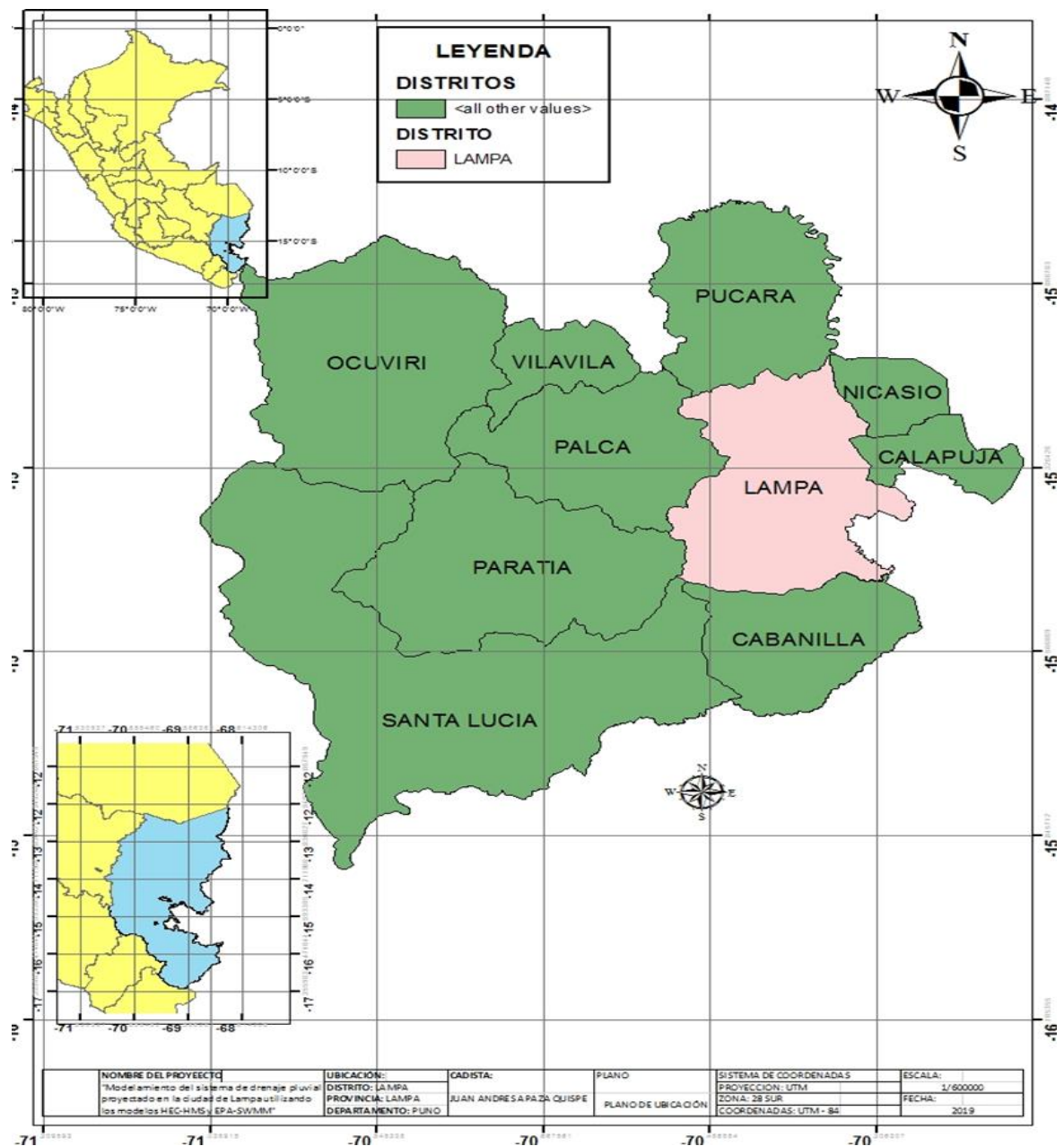
UBICACION	
DEPARTAMENTO	PUNO
PROVINCIA	LAMPA
DISTRITO	LAMPA
LOCALIDAD CERCANA	JULIACA
ASENTAMIENTOS HUMANOS	AA. HH. JUAN VELAZCO, PUNETE COLONIAL, SANTA ROSA, VILLA ROSADA Y LAGUNA COLORADA

Nota: ArcGis (Elaboración: Propia)

Según sitios confiables como IGN, se puede acceder a esta ubicación en su computadora a través de datos sustanciales. La información se proporciona al público y a los usuarios en un formato Shapefile compacto, concretamente en su expresión Shp. El formato Kmz, georreferenciado mediante Google Earth, permite a los usuarios localizar y descargar fácilmente mapas instructivos en un entorno virtual.

Figura 4

Ubicación geográfica georreferenciado en ArcGis de la ciudad de Lampa



La georreferenciación del área de estudio se realizó estableciendo tres puntos de control. El primer punto, denominado "Punto 1", se ubicó en el sector ornamental de la ciudad, específicamente entre las calles Jr. Cusco y Jr. Antonio Barrio Nuevo. El segundo punto, conocido como "Punto 2", estaba ubicado en la zona baja de la ciudad, dentro de la urbanización Puente Colonial

sobre la Av. Moquegua. Por último, el tercer punto se ubicó en la salida a Juliaca, entre el barrio conocido como Auténtico barrio bajo barranco y la Av. Carlos Belón.

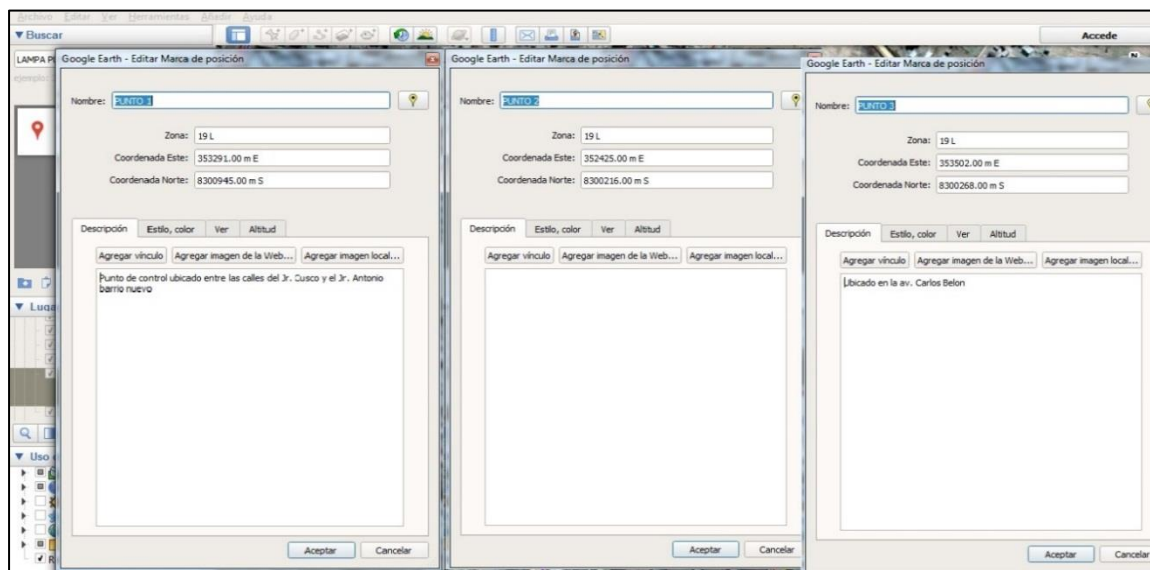
Tabla 3
Ubicación y coordenadas UTM

UBICACIÓN Y COORDENADAS			
PUNTO	NORTE	ESTE	ATITUD
1	8300945.00 m S	353291.00 m E	3870.24
2	8300216.00 m S	352425.00 m E	3853.08
3	8300268.00 m S	353502.00 m E	3853.23

Nota: ArcGis Georreferenciado/interfaz google Earth.

Figura 5

Puntos de control de la ubicación de Lampa en coordenadas UTM



Nota: Google Earth.

El proyecto en desarrollo presenta un análisis de las investigaciones y estudios actuales sobre la ocurrencia anual de derrumbes en las arterias y calles de la ciudad de Lampa. Estos derrumbes son consecuencia de las fuertes precipitaciones provenientes del área urbana. A lo largo de los años, el



río que atraviesa Lampa ha experimentado desbordamientos que han impactado negativamente las zonas residenciales debido a las intensas lluvias. Esto requiere realizar una investigación exhaustiva para determinar las soluciones adecuadas en caso de que surja un problema. En el escenario dado, sugiero considerar un enfoque alternativo que utilice modelos que garanticen cálculos hidrológicos y de dimensionamiento precisos.

Las Figuras 9 y 10 muestran el estado actual de las calles inundadas por las fuertes lluvias en el entorno urbano y las residencias aledañas al río Lampa.

Por su ubicación en un centro urbano, Río Lampa ha tenido que ajustarse a lineamientos de desarrollo urbano. Como resultado, entre las décadas de 1980 y 1990, el río Lampa se transformó en un canal artificial. A lo largo de este canal se construyó un sistema de defensa fluvial para mitigar las frecuentes inundaciones que se han producido a lo largo del tiempo. El curso natural del río parte de las zonas altas del distrito de Vilavila, pasa por el distrito de Palca y finalmente llega al distrito de Lampa. El río Lampa está situado entre los barrios de Barrio Auténtico, Urbanización Puente Colonial y Nueva Esperanza.

3.9.3 Levantamiento Georreferenciado

Se realizó un levantamiento georreferenciado en 377 sitios en toda el área de investigación. Estos puntos se establecieron a lo largo de rutas y puntos de control dentro de la región de drenaje, con dos puntos de entrada principales a lo largo del área de estudio.

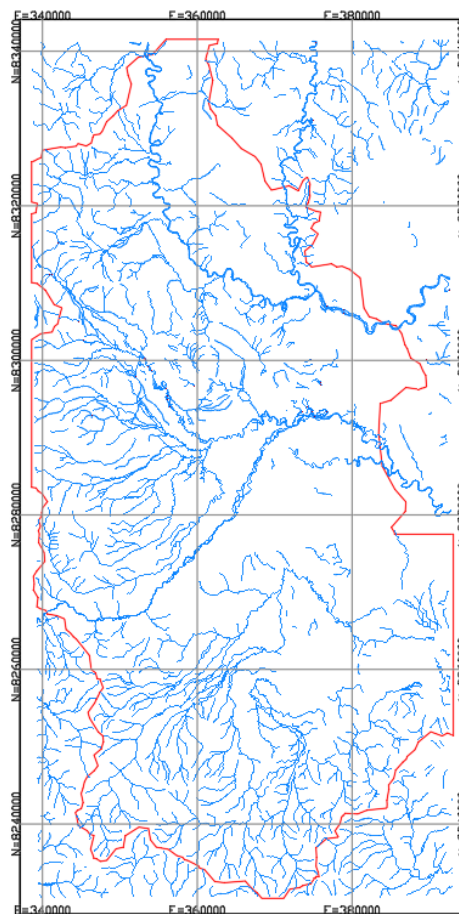
3.10 Análisis del modelo hidrológico

3.10.1 Delimitación de la cuenca

La cuenca Coata abarca las sub-cuencas de Lampa y Juliaca, las cuales están identificadas con el código 3v-1, según los reportes del IGN (Instituto geográfico nacional).

Figura 6

Delimitación de la cuenca 31- v y 32-v



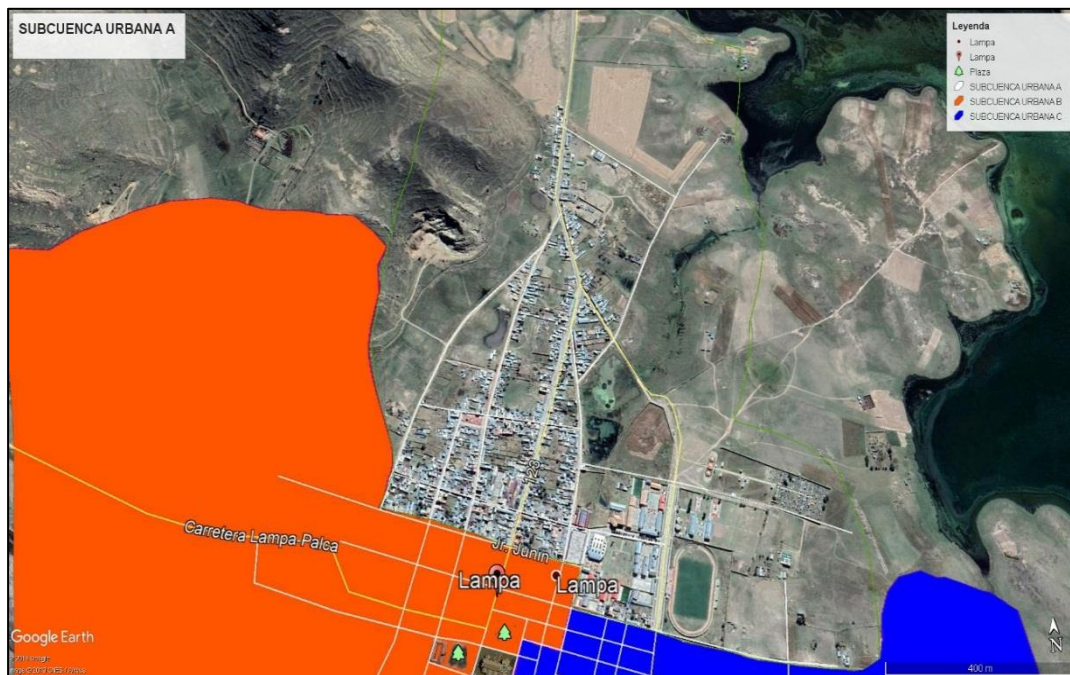
Nota: Elaboración propia.

El procedimiento de modelo hidrológico en el HEC-HMS se detalla en el Anexo 4 para la creación de cuencas y subcuencas de las 3 microcuencas se ha detallado de la siguiente manera en una primera etapa del modelamiento se determinó, básicamente el modelo HEC-HMS cuenta con dos componentes

básicos el modelo de cuenca y modelo meteorológico el modelo de cuencas se va a georreferenciar con le Google Earth Y Argis mediante el sentido del d eflujo a continuación presentamos el mapa de fondo dividido en tres sectores A, B y C.

Figura 7

Ilustramos el mapa georreferenciado del área de estudio subcuenca A,B y C



3.10.2 Características de las sub-cuencas de aportes al sistema de drenaje pluvial Lampa

Utilizando el plano de pendientes y también el plano de dirección de escorrentía, se delimitaron las subcuencas urbanas, resultando un total de 76 subcuencas urbanas. La ubicación de cada subcuenca urbana, así como su identificador, se detallan en el Anexo No. 5. Las siguientes imágenes de las subcuencas urbanas ilustran el resultado de la delimitación realizada.



3.11 Lluvia de proyecto

El primer foco del proyecto en el área metropolitana de Lampa, que pretende prevenir inundaciones mediante un sistema de drenaje pluvial, es abordar el tema del hietograma pluviométrico. Esto implica determinar la probabilidad y la distribución temporal de las precipitaciones durante una tormenta.

3.11.1 *Análisis de datos de lluvia*

Hay tres categorías de datos que pueden utilizarse en este análisis:

- La ocurrencia documentada de lluvias significativas que resultaron en inundaciones o destrucción extensa de infraestructura urbana o propiedades residenciales.
- La secuencia temporal de las precipitaciones medidas en las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la región de investigación designada.
- El proyecto recopila datos de lluvia de fuentes globales, incluida información sobre la intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones.

Por lo tanto, el subtema inicial del drenaje urbano depende de la disponibilidad de datos.

3.11.2 *Análisis estadísticos de datos hidraulico*

El objetivo de las pruebas estadísticas es cuantificar el nivel de confianza alcanzado al establecer una hipótesis estadística sobre una población. Esto implica evaluar el supuesto de que una variable aleatoria sigue una función de distribución de probabilidad específica (Dávila, 2013).



En la ciudad de Lampa existe una estación meteorológica supervisada por el organismo SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). Esta estación se encarga de documentar la mayor cantidad de lluvia que se presenta durante un período de 24 horas.

La tarea inicial incluirá identificar, mediante el uso de hidrología probabilística, la distribución que represente con mayor precisión la fluctuación de la precipitación en la estación.

Según Kite (1988) y Mahou (1993), no existe consenso sobre qué distribución es más adecuada para las necesidades del modelador, según lo determinado por pruebas estadísticas de bondad de ajuste como las pruebas de Smirnov-Kolmogorov o Chi-Cuadrado. Estas pruebas implican calcular un estimador y compararlo con un valor predeterminado para evaluar la idoneidad del ajuste.

La prueba de Chi-cuadrado se ha excluido debido a que depende de la distribución normal, que no es aplicable a datos de precipitaciones severas que normalmente no tienen una distribución normal.

3.11.3 *Presipitacion maxima*

A partir de la información obtenida en las estaciones de Lampa y Pucará, ubicadas a una altitud de 3.545 metros sobre el nivel del mar, se presenta el estudio de la mayor cantidad de precipitación. La estación se encuentra en la zona 19L sur, con coordenadas este de 3.52508,53 metros y oeste de 8.301.265,27 millones de metros. En concreto, la estación, ubicada en el distrito de Lampa, cuenta con un conjunto de datos que abarca veinte años, desde el año 2001 hasta el año 2014, y registra la mayor cantidad de precipitación ocurrida en un período de veinticuatro horas. Además, la estación



puede obtener información del Instituto de Recursos Naturales (INRENA), organismo gubernamental adscrito al Ministerio de Agricultura. De acuerdo con los resultados de una investigación realizada en Lampa en el año 2007 y denominada "Evaluación de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Cabanilla y Lampa", se obtuvo esta información. La investigación abarca un período de cincuenta y un años, desde 1956 hasta 2006, según consta en los informes de los estudios hidrológicos. La fuente de esta información es el registro hidrometeorológico que lleva el SENAMHI. Además, el SENAMHI ofrece a los usuarios la posibilidad de crear una cuenta personal para descargar datos hidrometeorológicos a su computadora desde su sitio web. En la estación Lampa se han registrado un total de 56 registros de la mayor cantidad de precipitación ocurrida en un solo día. Es importante tener en cuenta que el código de la estación fue cambiado a 779 en el año 2009, como consta en el formato 52 y el parámetro PT101. A pesar de ello, para efectos de este estudio específico, solo se tomarán en cuenta los datos del año 1963, que se muestran en la tabla 11.

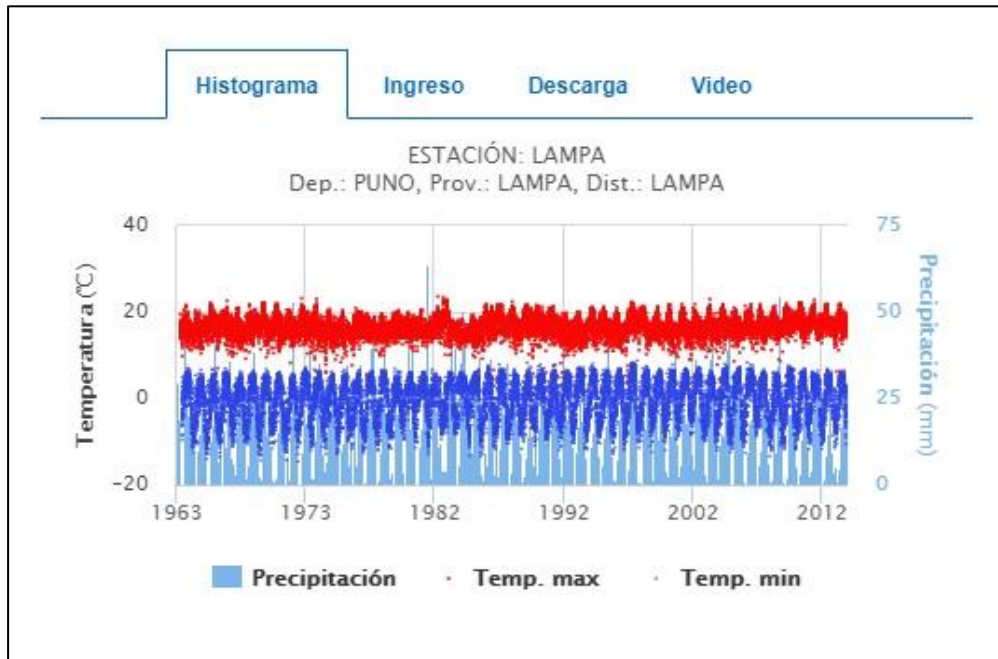
Tabla 4
Estaciones hidrometeoro lógicas utilizadas

ESTACIONES	CUENCA	TIPO	CODIGO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)
LAMPA	COATA	CO	100061	15°02'42.2"	70°21'59.9"	3900
CABANILLA	CABANILLA	CO	115046	15°21'40.16"	70°22'27.12"	3892

Nota: Estudio de cuencas hidrometeorológicas.

Figura 8

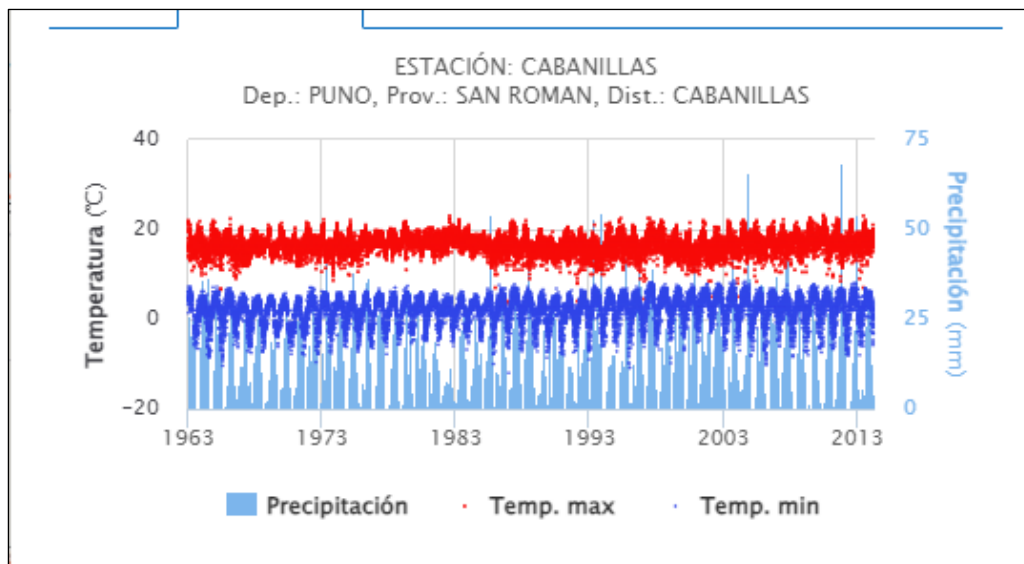
Descarga de datos hidrometeorológicos de la estación Lampa



Nota: SENAMHI.

Figura 9

Descarga de datos hidrometeorológico estación Cabanilla



Nota: SENAMHI.



3.11.4 Distribución de intensidad de precipitación máxima

Las precipitaciones se pueden clasificar en tres categorías: intensidad o profundidad de la lluvia, duración de la misma y frecuencia de ocurrencia. La cantidad de precipitación acumulada durante una determinada tormenta se denomina magnitud de la lluvia y se mide en milímetros por hora. Para determinarla es necesario tener en cuenta tanto la duración de la tormenta como la frecuencia, que constituye el número típico de años en que puede ocurrir un evento de lluvia de la misma magnitud o mayor (Ernesto, 2015).

Las estaciones examinadas no cuentan con registros de lluvia que proporcionen información sobre la intensidad de las precipitaciones. Es posible obtener estos números.

3.11.5 Análisis de consistencia de la información hidrometeorológica

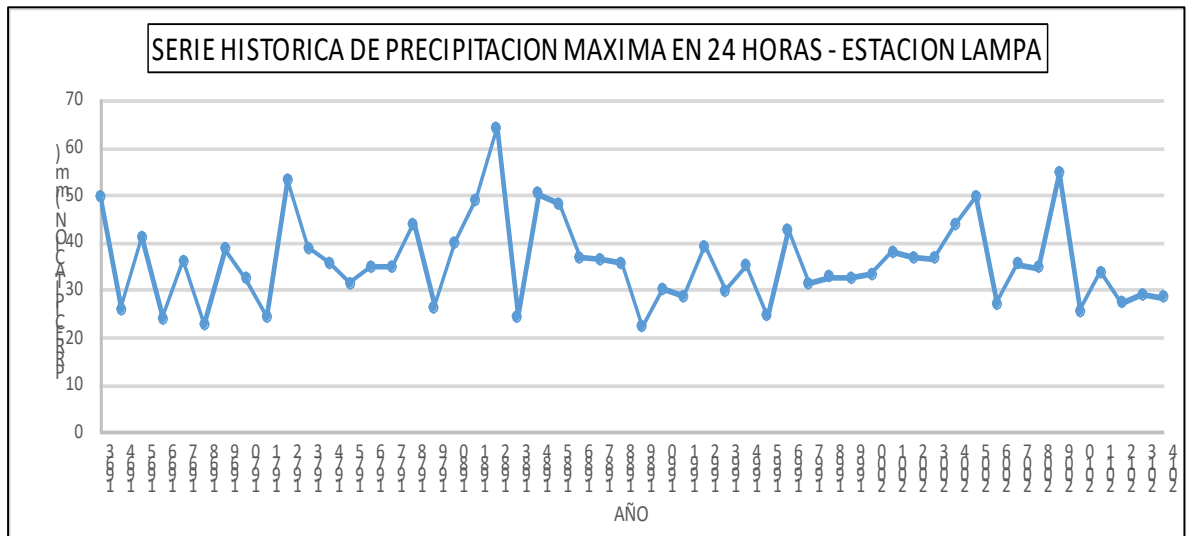
Previo a realizar la modelación matemática de la serie hidrometeorológica de precipitación máxima en un período de 24 horas en la estación Lampa, administrada por el SENAMHI, hay dos puntos o pasos específicos que es necesario abordar:

3.11.5.1 Análisis visual del registro histórico

El proceso implica examinar visualmente los datos históricos mediante la creación de un histograma en un sistema de coordenadas cartesianas, concretamente en la tabla 11. La estación Lampa proporciona datos históricos de precipitación durante un período de 24 horas.

Figura 10

Serie histórica de presipitaciones máximas en 24 horas, estación Lampa



3.11.5.2 Análisis estadístico

A.- Análisis de saltos – consistencia en la media

a) Cálculo de la media y desviación estándar en ambos periodos

$N_1 = 420$ (Ene. 1963 – Dic. 1989)

$N_2 = 240$ (Ene. 1990 – Dic. 2014)

Media

$X_1 = 12.96$

$X_2 = 12.74$

Desviación estándar

$S_1 = 10.05$

$S_2 = 10.89$

B.- Calculo del T_c :



$T_c = (X_1 - X_2) / S_d$ donde:

S_d = desviación estándar.

S_p = desviación estándar ponderada

Aplicando la formula (2.5) y (2.6), resulta:

$S_p = 11.06$

$S_d = 0.80$

Aplicando la formula (2.4)

$T_c = 0.198$

C) Calculo de "T" tabular T_t (Tabla A.4)

NC = Con 95% de probabilidad

$\alpha = 0.04$

G.L = $N_1 + N_2 - 2$

G.L = 658 $T_t = 1.546$

d) Compensación del T_c con el T_t

• Si $|T_c| \leq T_t$ (95%) $X_1 = X_2$ No se corrige

• Si $|T_c| > T_t$ (95%) $X_1 \neq X_2$ Se corrige

$T_c = 0.196 < T_t = 1.576$ Ok! No se corrige.

3.11.5.3 Análisis de frecuencia de las series hidrológicas

El análisis de frecuencia es un método empleado para pronosticar los patrones futuros de precipitación en un lugar determinado, utilizando datos anteriores sobre precipitación. Este enfoque utiliza algoritmos estadísticos para determinar la cantidad de precipitación vinculada a un determinado período de



retorno. La confiabilidad de los datos depende de la duración y el calibre del conjunto de datos históricos. (Ernesto, 2015)

Se analiza la precipitación máxima en un período de 24 horas para determinar los niveles de precipitación que corresponden a períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años. Esto se hace mediante análisis de frecuencia, que ayuda a determinar los parámetros de distribución de probabilidad y la magnitud del evento para un período de retorno específico utilizando el factor de frecuencia.

Las siguientes son las distribuciones:

- Distribución Gaussiana también conocida como Distribución normal
- Distribución Log. Estándar de 2 parámetros
- Distribución Log Estándar de 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución de valores extremos tipo I (Gumbel).

Durante esta etapa del estudio, se evaluó el tamaño del evento para varios intervalos de retorno con el fin de establecer la precipitación máxima en los sitios de estudio. La distribución Log Normal con 2 parámetros se obtuvo de la siguiente manera:

- a) Los registros de precipitación se ordenaron en orden ascendente y se visualizaron en la columna "X" de la tabla 12.
- b) Los logaritmos naturales o naturales de los valores relevantes se recuperaron de los registros, concretamente de la columna "Y" de la tabla 12.
- c) Se calcularon el promedio y la desviación estándar de los valores de la columna "y" de la tabla 12.

- d) La distribución de probabilidad en esta situación se derivó como la distribución Log normal con 2 parámetros, usando la fórmula (2.21), y se muestra en la columna "a".
- e) La distribución empírica de Weibull se calculó en las columnas "b" utilizando la fórmula (2.52).

La mayor diferencia entre las columnas "a" y "b" se determinó calculando el valor absoluto de sus diferencias.

Se estableció la gráfica de distribución, tanto teórica como empírica.

Figura 11

Analisis grafico de la función densidad de distribución normal

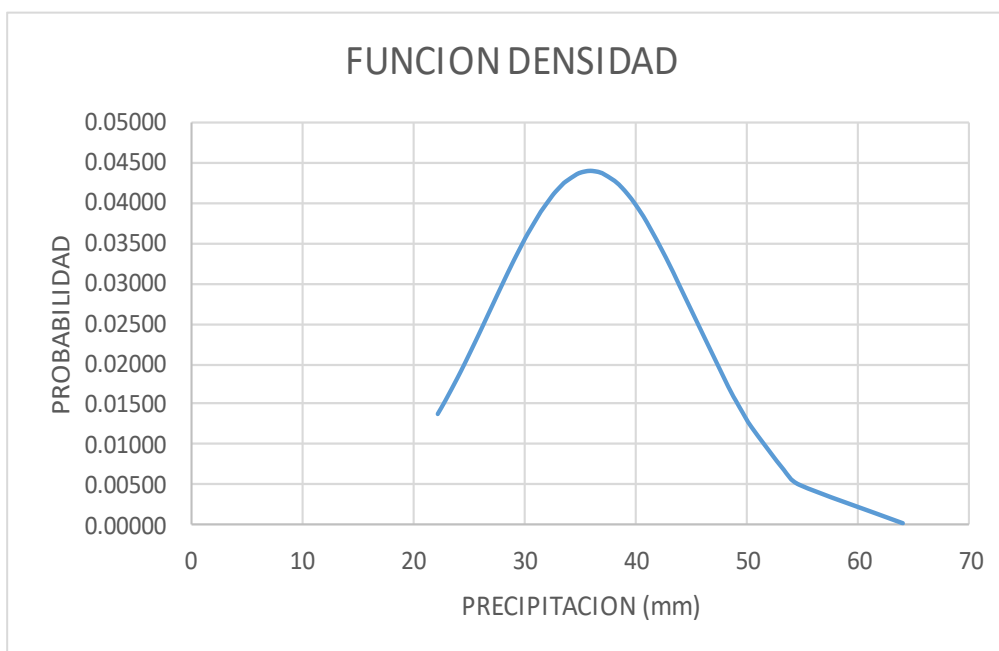
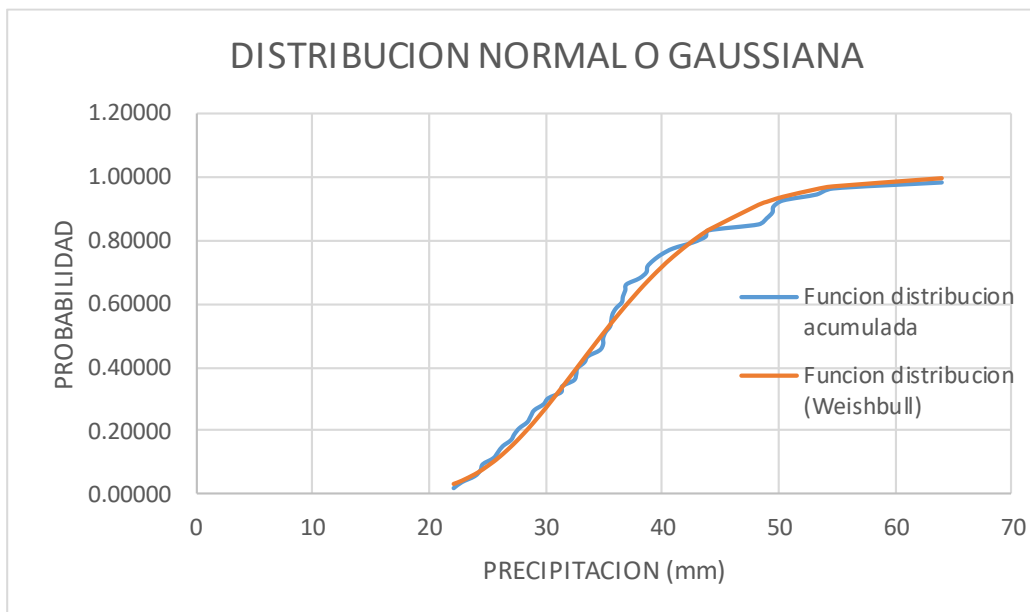


Figura 12

Analisis grafico de la distribución normal o Gaussiana



La distribución Log Normal con 2 parámetros se obtuvo de la siguiente manera:

- Los registros de precipitación se ordenaron en orden ascendente y se exhibieron en la columna "X" de la tabla 12.
- De los registros se recuperaron los logaritmos naturales o naturales de los valores pertinentes, concretamente de la columna "Y" del cuadro 12.
- Se calcularon la media y la desviación estándar de los valores de la columna "y" de la tabla 12.
- La distribución de probabilidad en esta situación se derivó como la distribución Log normal con 2 parámetros, utilizando la fórmula (2.21), que se muestra en la columna "a".
- La distribución empírica de Weibull se calculó en la columna "b" utilizando la fórmula (2.52).

- f) La mayor diferencia se determinó calculando el valor absoluto de la diferencia entre las columnas "a" y "b".
- g) Se determinó la gráfica de distribución, tanto teórica como empírica.

Figura 13

Analisis grafico de la función densidad de distribución Log normal de 2 parametros

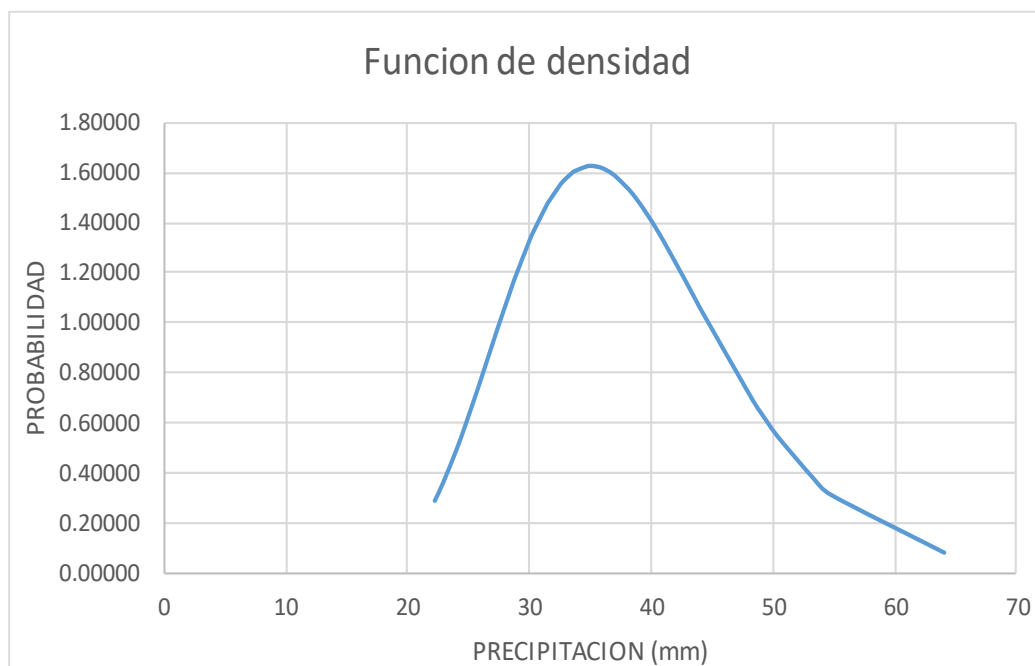
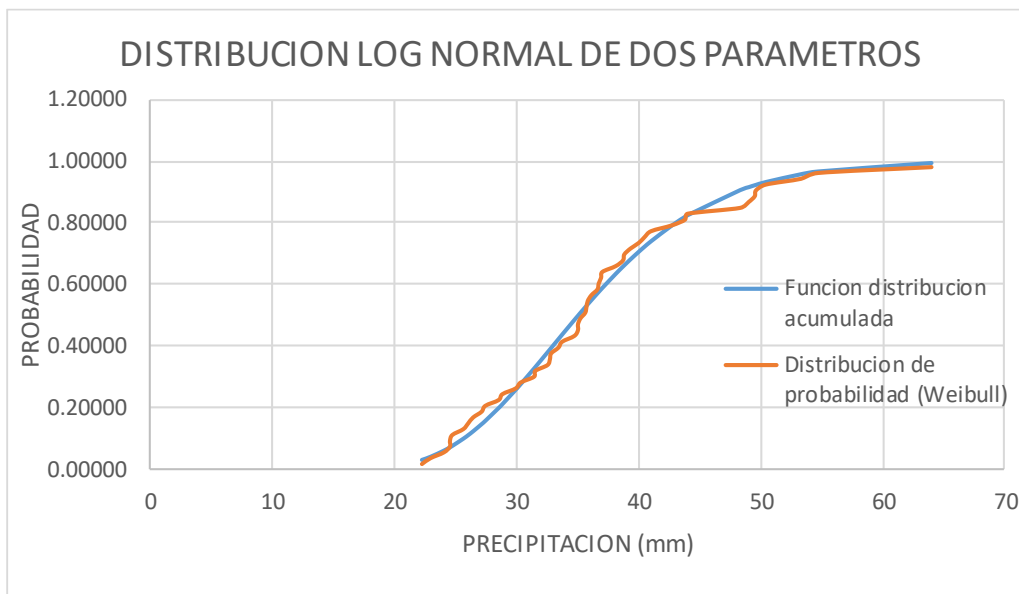


Figura 14

Analisis grafico de la distribución Log normal de 2 parametros



Para la distribución LOG NORMAL de 3 parámetros se desarrolló el siguiente procedimiento:

- se ordenó los registros de precipitación de menor a mayor mediante filtro en Excel mostrado en la columna "x"
- se determinó el valor de la mediana de los registros a su vez aplicando la formula (2.35), y se calculó el parámetro de posición "x"
- a los datos de los registros se sustrae el parámetro de posición X_0 , para aplicarle logaritmo natural o neperiano.

Figura 15

Analisis grafico de la función densidad Log normal de 3 parametros

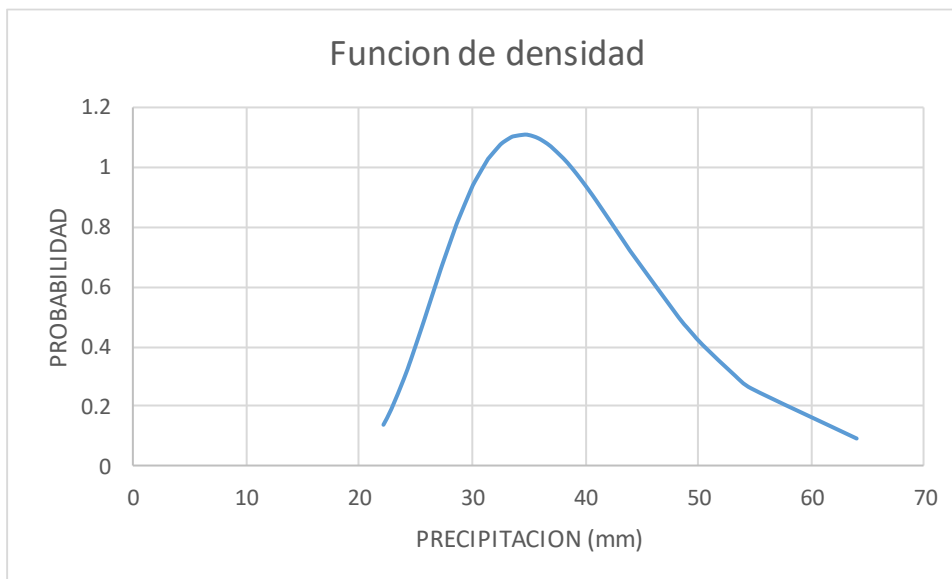


Figura 16

Analisis grafico de la distribución Log normal de 3 parametros

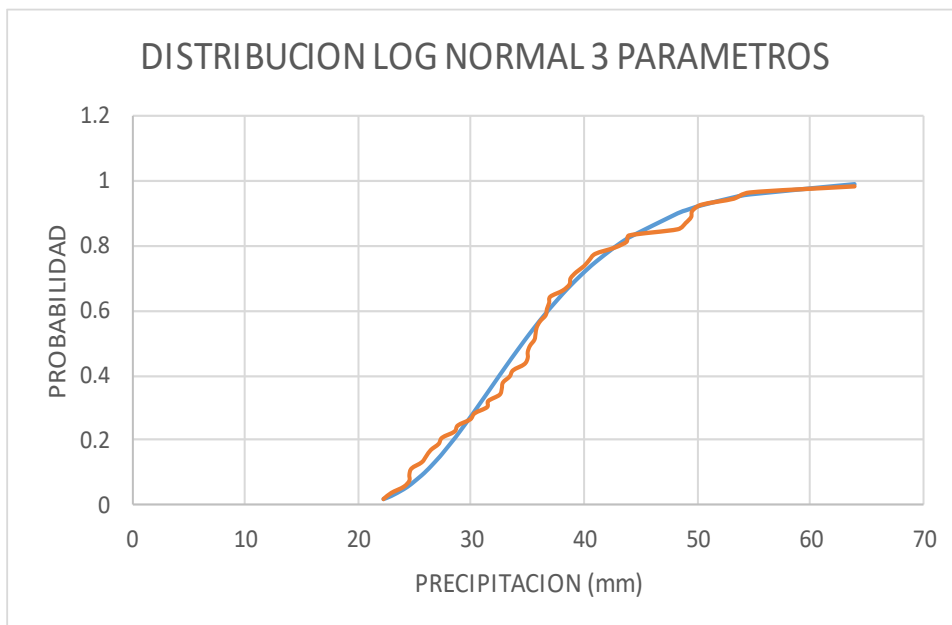
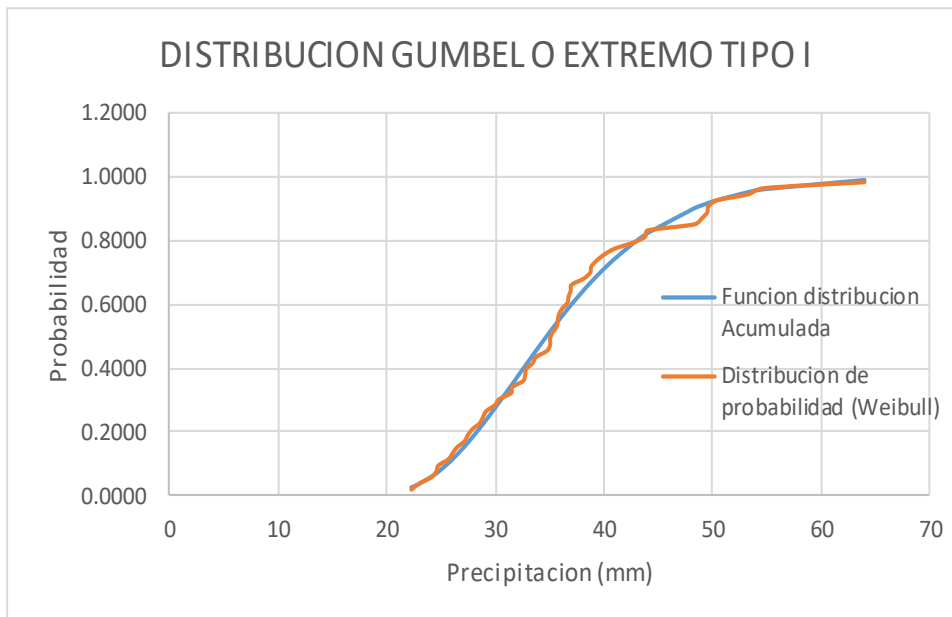


Figura 17

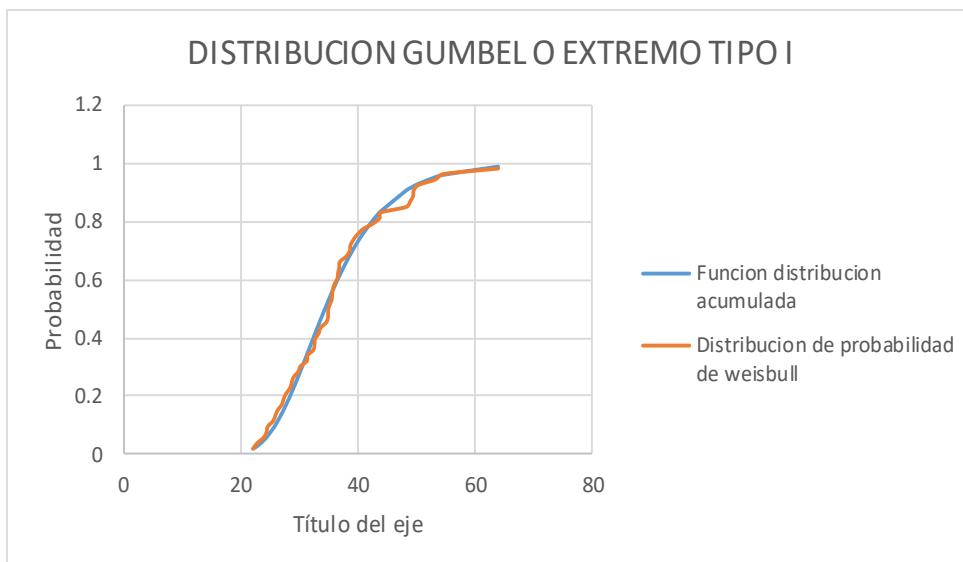
Analisis grafico de la distribución de Gumbel o extremo tipo I



Finalmente se desarrolla el procedimiento de cálculo de la distribución Gumbel

Figura 18

Analisis grafico, de la distribución de Gumbel





3.11.6 Selección de la distribución de probabilidades

Posteriormente, la siguiente fase del proceso metodológico es elegir el tipo de distribución de probabilidad que sea más adecuada para los procedimientos que se están utilizando, como por ejemplo las siguientes:

Prueba de Smirnov Kolmorov

Numero de datos: 52

Nivel de significación: 0.05

Parámetro de ajuste, A_0 : 0.1834 aplicando la formula (2.56)

$A < A_0$: el ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado.

$A \geq A_0$: el ajuste no es bueno, la nivel de significación seleccionado

A es la diferencia máxima seleccionada entre la función de distribución acumulativa de la muestra y la función de distribución acumulativa teórica.

De la tabla resumen seleccionamos la discrepancia mínima, concretamente la asociada al registro de dos parámetros. Registro de distribución gaussiana.

3.11.7 Pronóstico de diseño óptimo

Según la norma peruana de drenaje pluvial urbano OS-060 de 2014, los sistemas de drenaje modestos deben tener un período de consideración de entre 2 a 10 años, mientras que los grandes sistemas de drenaje urbano deben tener un plazo de retorno de al menos 25 años.

Al estudiar un sistema de drenaje, es típico identificar lugares que son más propensos a conflictos o lugares donde la combinación de topografía y densidad de población presenta desafíos para implementar soluciones.

3.11.8 Patrones de precipitación

Es un método para analizar la forma del hietograma teniendo en cuenta las condiciones climáticas del lugar. Considerando que factores locales como



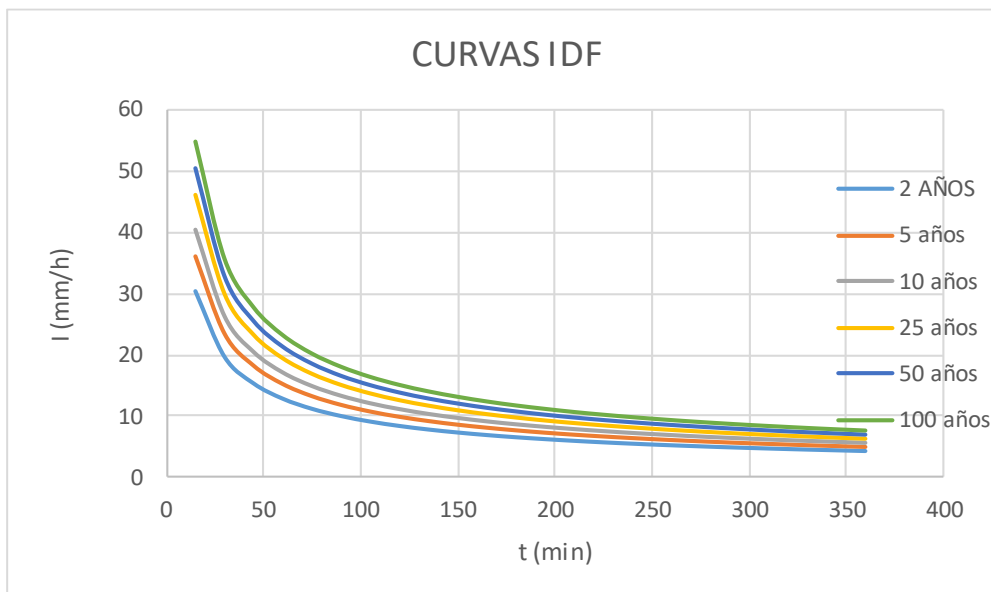
la orografía y otras circunstancias pueden permanecer relativamente constantes a lo largo del tiempo, es razonable suponer que existe un número limitado de patrones temporales de precipitación para cualquier lugar (Gómez, 2008).

3.11.9 Duración de la tormenta

La duración de la tormenta es crucial para determinar hasta qué punto fluctúan las precipitaciones. A pesar de la falta de datos de las investigaciones realizadas sobre las precipitaciones en marzo de 2015, se observó que la lluvia comenzó alrededor de las 14:00 horas. y finalizó alrededor de las 20:00 horas, indicando una duración de alrededor de 6 horas.

3.11.10 Curva IDF IILA-SENAMHI

Este enfoque implica el desarrollo de un conjunto de curvas que representan la intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones. Estas curvas podrán ser aplicadas en diversas regiones del Perú para analizar el comportamiento de las precipitaciones en una zona determinada.

Figura 19*Curvas IDF IILA - SENAMHI*

3.11.11 Método de los bloques alternos

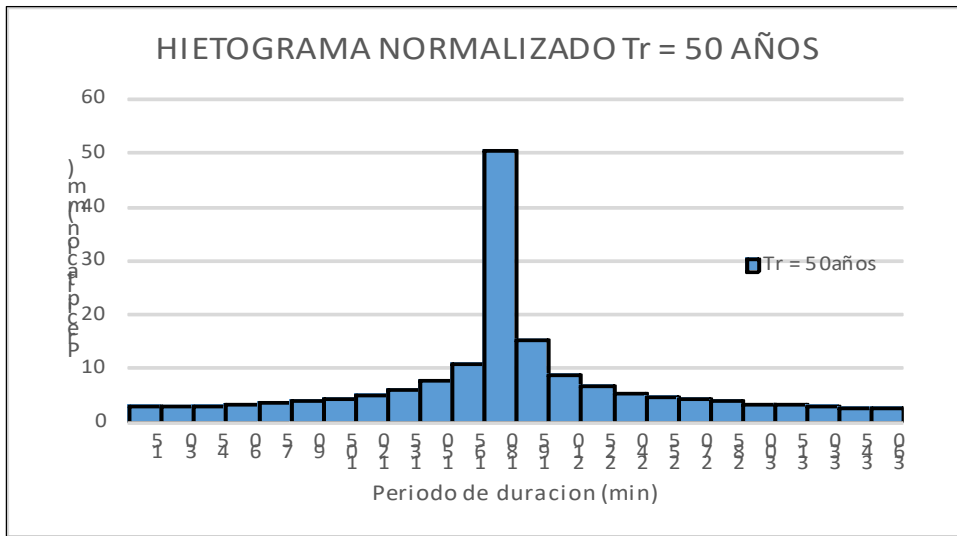
Si los bloques generados no tienen una relación de aspecto, pueden distribuirse aleatoriamente alrededor del bloque central. Alternativamente, pueden distribuirse según los histogramas del área.

3.11.12 Normalización de la lluvia

El hietograma ilustra la variación de la precipitación para el altiplano en un período de cincuenta años, que vamos a normalizar donde utilizaremos el del pluviograma retenido, que está doblemente estandarizado según al tiempo que paso sin llover de precipitación que resultado de ello.

Figura 20

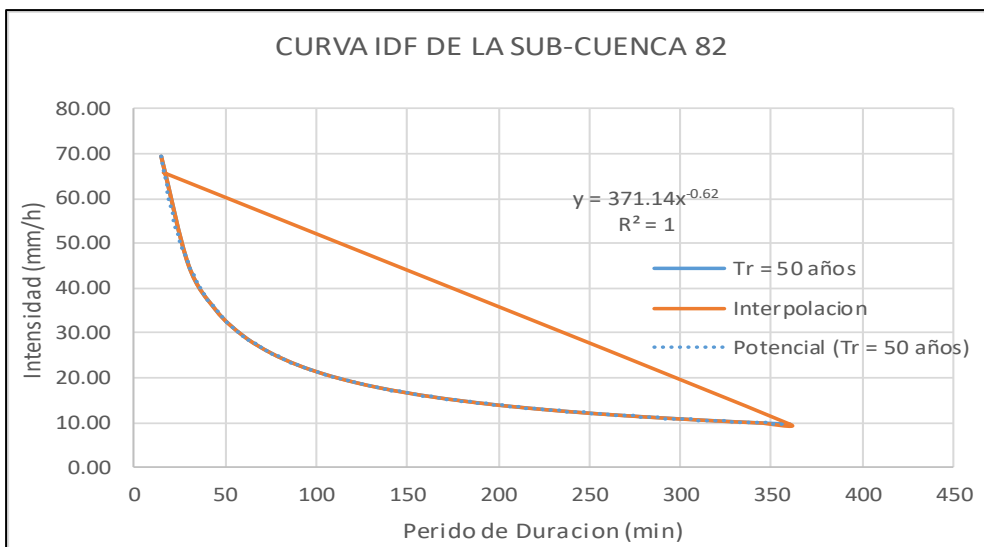
Hietograma calculado para un $Tr = 50$ años



Utilizando el hietograma normalizado, es posible recrear las curvas IDF normalizadas organizando bloques alternados en orden descendente de tamaño, como se ve en la Tabla 16.

Figura 21

Curva IDF Normalizada



3.12 Modelo Hidrológico HEC-HMS para la determinación de caudales máximos

3.12.1 Grafico de la superficie de la cuenca

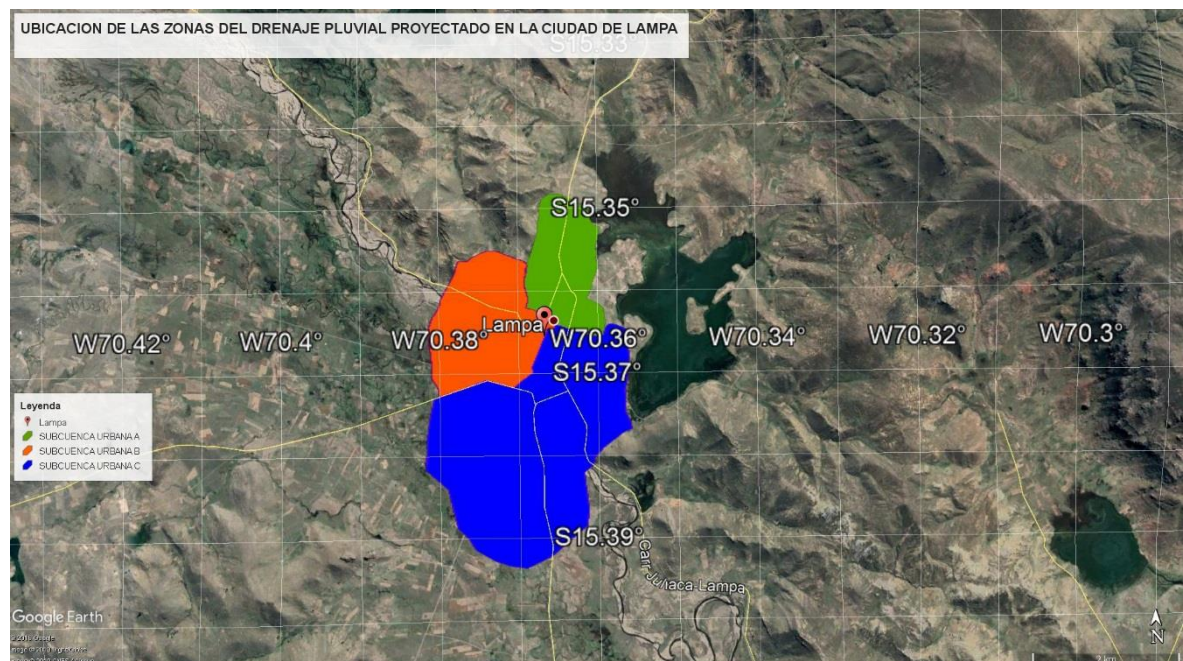
En el modelamiento de la cuenca Lampa, a través de la simulación de la dirección del flujo se obtuvo tres subcuencas A, B y C, para su respectivo.

3.12.2 Levantamiento Georreferenciado del Área de Estudio

El presente proyecto se desarrolla en la ciudad de Lampa. Para su mejor análisis se dividió en tres sectores con características urbanas proyectadas, denominados A, B y C; a partir de estos sectores se crearán las sub-cuencas urbanas dentro del área de estudio.

Figura 22

Mapa Georreferenciado de los sectores A, B y C



Nota: Google Earth.

3.12.3 Parámetros Meteorológicos

El diseño de precipitaciones podemos apreciar en el cuadro 6, ya terminado con los datos hidrológicos trabajados a nivel estadístico, estos se trabajaron a nivel de estadística hidrológica y/o probabilística. Datos establecidos bajo parámetros de la Norma OS-060 del RNE.

3.12.4 Hietograma de diseño $Tr = 50$ años

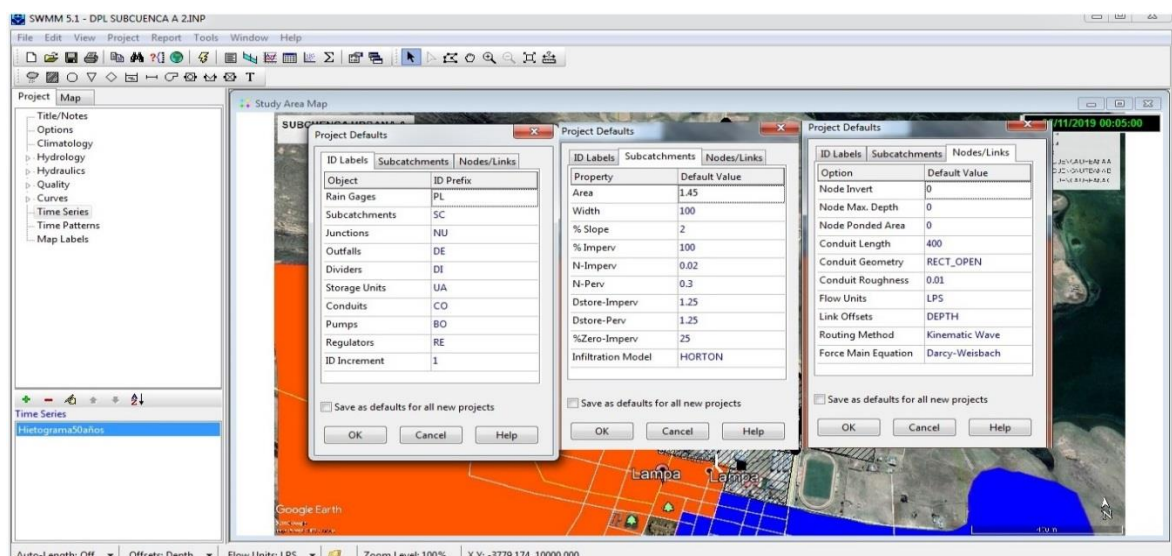
El hietograma de diseño se determinó de acuerdo a estándares nacionales e internacionales, permitiendo una comparación en la selección del gráfico de lluvia de diseño. Se concluyó que, considerando los fenómenos climatológicos, el período de retorno de este proyecto será de 50 años. En el futuro, las acciones y decisiones de las autoridades responsables de la materia marcarán los próximos años.

3.12.5 Parámetro hidráulico para la simulación

En primer lugar, el proceso de modelización se realizó el siguiente:

Figura 23

Datos hidrológicos e hidráulicos ingresados por defecto en el modelo EPA - SWMM





3.13 Identificación de los tramos de los conductos del sistema de drenaje

3.13.1 *Diseño hidráulico*

Se refiere al proceso de diseño y planificación del flujo de fluidos, particularmente en sistemas hidráulicos.

El mapa de vulnerabilidad de ubicaciones potencialmente propensas a inundaciones se muestra mediante reconocimiento visual y la interfaz arcGIS.

3.13.2 *Valores por defecto del modelo HEC-HMS 4.1*

Valores predeterminados del modelo que tiene una configuración predeterminada se muestra en el siguiente gráfico: Iniciar un proyecto novedoso que incluya el desarrollo de un modelo de cuenca y la proyección del sistema de drenaje en la ciudad de Lampa.

3.13.3 *Delimitación de Área Tributarias*

Las cuatro microcuencas fueron examinadas visualmente y documentadas en un plano para establecer sus límites. Cada microcuenca se dividió en unidades computacionales más pequeñas conocidas como subcuencas. Las características de estas subcuencas se analizaron mediante los programas AutoCAD Civil 3D y Google Earth Pro, que utilizaron imágenes satelitales para convertir la precipitación en escorrentía proyectada según los estándares EPA-SWMM. Los resultados de esta fase se detallan en el apartado 3.3.5 Estudios Hidrológicos.

3.14 Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua de lluvia se filtra en la superficie de los suelos no saturados en áreas de la cuenca hidrográfica que tienen una fuerte permeabilidad. Esto ocurre en áreas de la cuenca hidrográfica



que son susceptibles a la pérdida de agua. Mediante el uso de EPA-SWMM, los usuarios tienen la oportunidad de elegir entre tres modelos de infiltración distintos: Es la ecuación de Horton. Tanto el enfoque de Green-Ampt como el método del número de curva son ejemplos de procedimientos que se utilizan a menudo.

La técnica de Green-Ampt se elige de las tres formas accesibles porque presupone que hay un frente húmedo en el suelo. Este frente húmedo sirve como barrera entre el suelo que tiene un contenido de humedad inicial y el suelo completamente saturado que se encuentra encima de él. El valor inicial del déficit de humedad del suelo, la conductividad hidráulica del suelo y la altura de succión frontal en el frente húmedo son los parámetros más importantes a considerar. Las siguientes configuraciones se muestran mediante el editor de infiltración para el modelo Green-Ampt.

- Altura de succión. Distancia vertical a la que se puede elevar un líquido por succión. La capacidad media de succión capilar del suelo en el frente mojado, medida en milímetros o pulgadas.
- Conductividad. Conductividad eléctrica. La conductividad hidráulica de un suelo completamente húmedo se mide en milímetros por hora (mm/h) o pulgadas por hora (in/h).
- Déficit inicial. La distinción radica en la medición de la porosidad del suelo y la humedad inicial, las cuales se reportan como fracciones de volumen. La diferencia entre la porosidad y la capacidad del suelo determina su contenido de agua cuando está completamente drenado.

3.14.1 *Atura de Almacenamiento en Depresión*

Altura de almacenamiento en depresión sobre el área impermeable o permeable de la cuenca.

Tabla 5

Valores típicos de almacenamiento en depresión

DESCRIPCION	PARAMETROS
Superficie impermeable	1.25 – 2.5 mm
Pastos y prados	=5 mm
Lecho forestal	=7.5 mm

Nota: Rossman

Según la tabla 9 se adopta $D_{store-imperv} = 2mm$ para almacenamiento en depresión impermeable, según las características del medio urbano.

3.15 Desarrollo del modelamiento hidrológico

Selección del sentido interno entre las áreas impermeables y permeables de la cuenca:

- IMPERV. Flujo desde permeable hacia impermeable
- PERV. Flujo desde impermeable hacia permeable
- OUTLET. Ambas áreas aportan directamente a la descarga

Según las condiciones de escorrentía escogemos 'IMPERV'.

3.15.1 *Modelo de simulación HEC-HMS*

3.15.1.1 **Sub-cuencas del área de estudio**

Con el plano de pendientes se determinó el sentido y dirección del flujo es decir el recorrido de la escorrentía producto de las lluvias, para una correcta delimitación de las sub-cuencas pertenecientes al área de estudio.

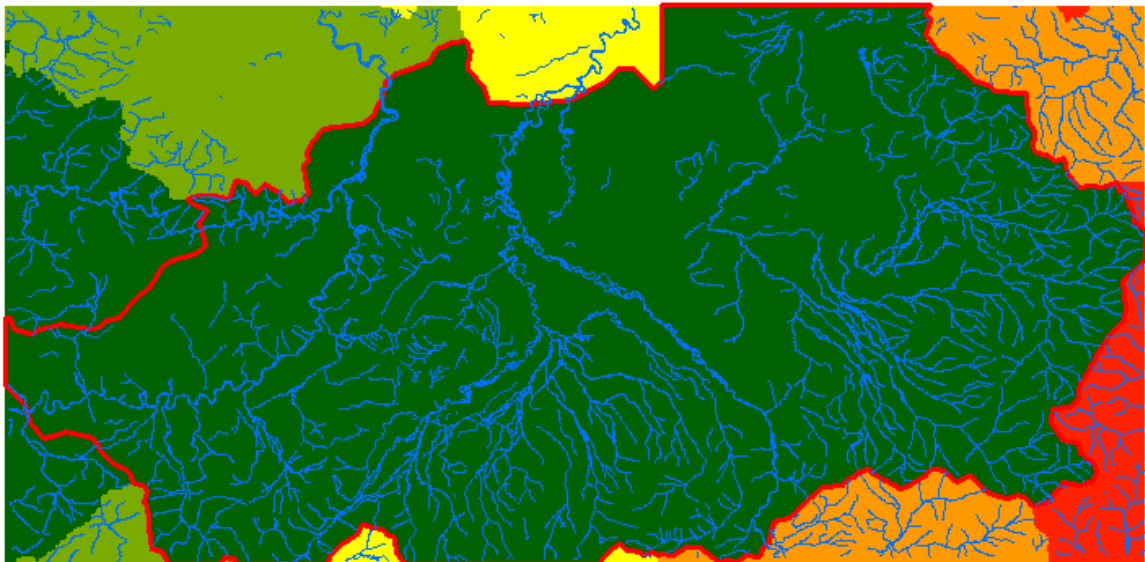
3.15.1.2 Metodología para el cálculo de los caudales máximos

Se seleccionaron tres modelos hidrológicos, a saber, el método racional, el hidrograma unitario sintético y el hidrograma unitario adimensional del Servicio de Conservación de Suelos, para evaluar la escorrentía generada por los eventos de lluvia. Estos modelos se discuten en esta tesis, SCS.

La base para seleccionar entre los dos enfoques fue comparar los hallazgos obtenidos, teniendo en cuenta una cantidad mínima de infiltración, para evaluar los valores calculados entre ellos. En concreto, se consideró un coeficiente de escurrimiento de 1 y curvas de hidrograma de 100 unidades. Como muestra para el análisis se ha seleccionado la subcuenca 4, como se muestra en la Figura 56 del plano de la microcuenca.

Figura 24

Planos de microcuencas del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa



Para determinar las características de la subcuenca 4 se utiliza el diseño de microcuenca del sistema de drenaje que se tiene previsto instalar en la ciudad de Lampa, ver tabla 11.

Tabla 6**Sub-cuenca urbana para muestra de análisis comparativo entre
métodos de transformación**

Identificador	Area (km2)	CN	Longitud de recorrido (m)	Pendiente prom . (m/m)	Tiempo de concentración (min)
Sub-Cuenca 4	0.05	95	594.76	0.009	16.36

a) Metodo lógico

Para calcular los caudales máximos, esta técnica hace uso de curvas IDF en lugar de hietogramas. En esta aplicación se utiliza como parámetro el tiempo de concentración de la subcuenca. Es posible obtener el valor de intensidad de 65,61 mm/h ya sea representándolo visualmente o interpolando los valores, como se muestra en la figura. Después de eso, este número se inserta en el cálculo y se toma en consideración un coeficiente de escorrentía de 0,92 que se tomó de la tabla 5.

Figura 25

Valor de intensidad para un tiempo de concentración de la sub- cuenca 82

Del grafico se tiene la ecuación:

$$y = 371.14x^{-0.62}$$

De la sub-cuenca 82 se tiene un tiempo de concentración igual a 16.36 min

Reemplazando en la ecuación del grafico

$$y = 371.14 * 16.36^{-0.62}$$

$$y = 65.61$$



Reemplazando en la ecuación. General de caudal pico se tiene:

$$Q = \frac{0.92 * 65.61 * 4.73}{360}$$

$$Q = 0.79 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Metodo hidrogramas unitarios

Cálculo de tiempo de concentración con la ecuación

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \text{ ó } t_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración en min.

S: pendiente de la sub-cuenca en m/m.

H: Diferencia de cotas en m

L: Longitud de recorrido de la sub-cuenca en m.

$$Q_p = 0.5555 * \frac{h_p * A}{t_b} \text{ m}^3/\text{s}$$

- Promedio de pendiente:

$$S_{prom.} = \frac{0.75 + 0.65 + 1.22 + 0.92 + 1.09}{5}$$

$$S_{prom.} = 0.009$$

- En función a la pendiente

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{594.76}{\sqrt{0.009}}\right)^{0.77}$$

Tc= 16.36 min

Tc= 0.3 h

- En función de la diferencia de cotas

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{594.76^3}{3874 - 3869}\right)^{0.385}$$

Tc=16.80 min

La tabla muestra los valores de caudal en diferentes tiempos y que en la hora 0.5 h registra el caudal pico con un valor de 0.047.

Figura 27

Hidrograma de la sub- cuenca 82 con $t_r=0.7h$

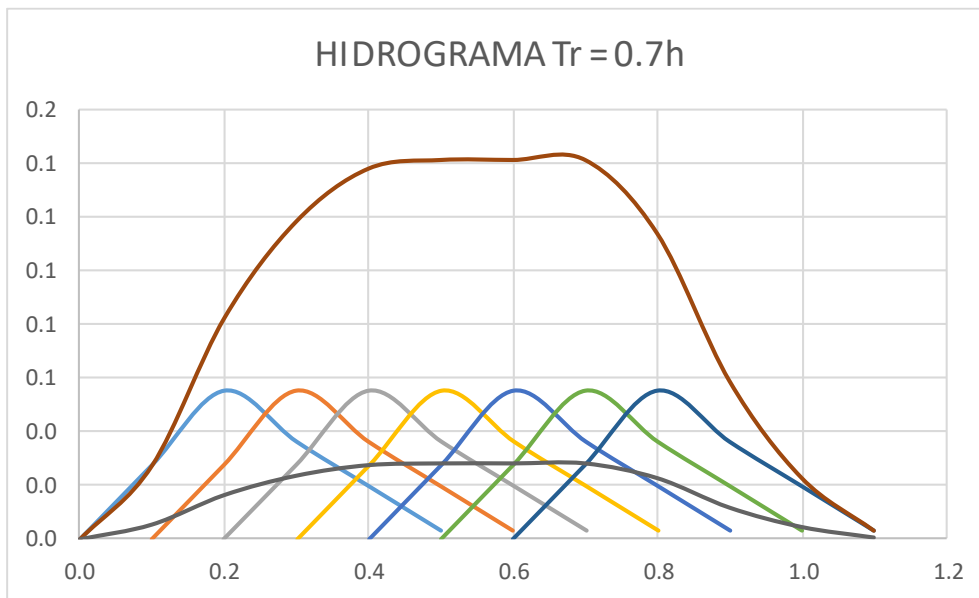


Figura 28

Hidrograma unitario de la sub- cuenca 82 con $t_r=0.7h$

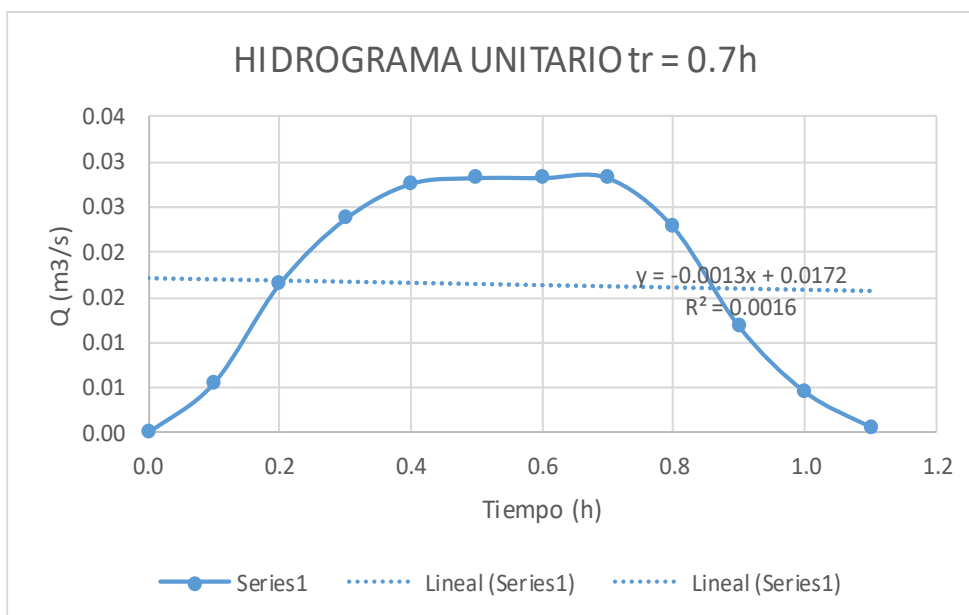
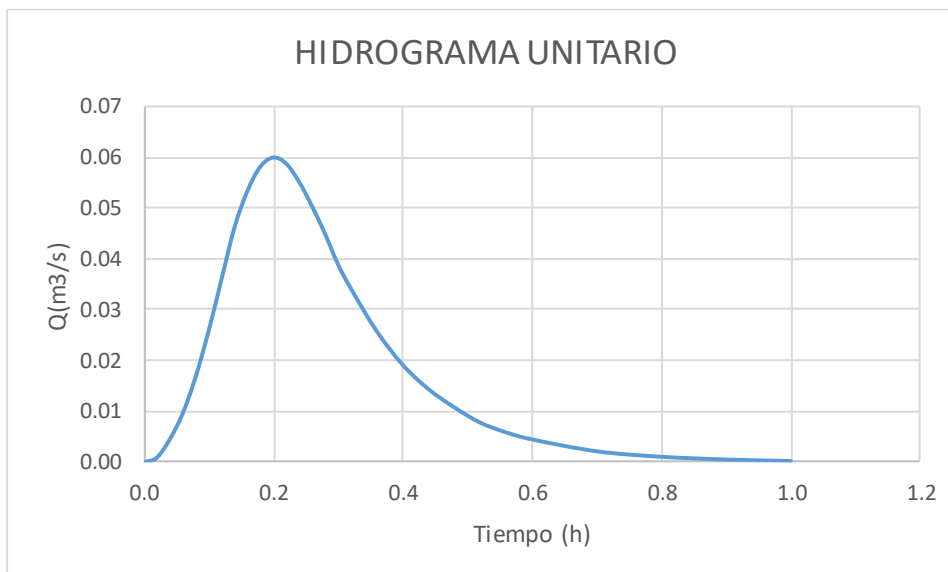


Figura 29

Hidrograma unitario de la sub-cuenca 82

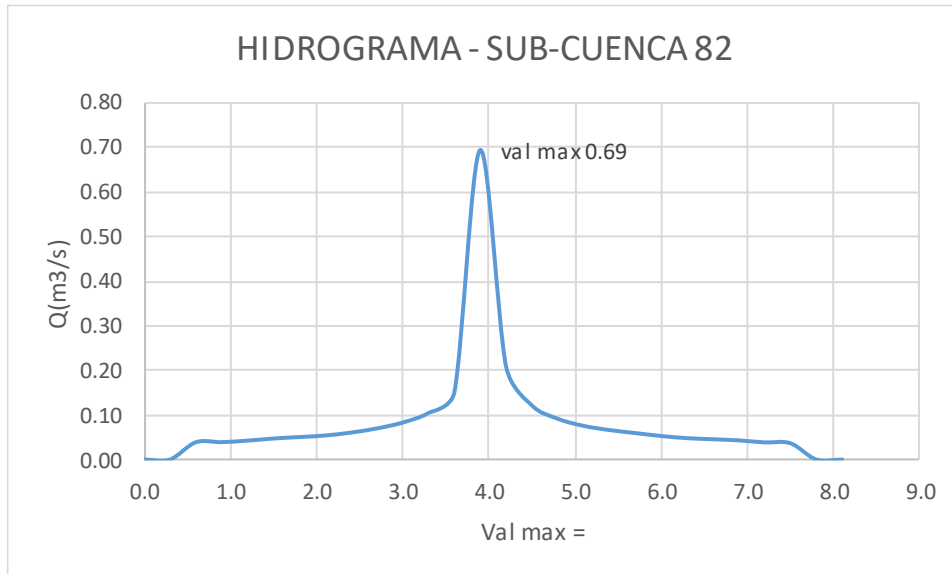


Las pérdidas por infiltración no afectan la precipitación efectiva debido a la utilización de un número de curva de 100. En consecuencia, el hietógrafo conserva sus valores originales.

Para conocer el caudal máximo generado es necesario generar el hidrograma de la subcuenca multiplicando el hidrograma unitario en cada intervalo de tiempo, como se ve en la tabla 29.

Figura 30

Hidrograma unitario de la sub – cuenca 82



Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Resumen del análisis comparativo entre métodos de transformación

METODO	CAUDAL MAXIMO	TIEMPO DE CAUDAL MAX
RACIONAL	0.79 m3/s	-
HIDROGRAMAS UNITARIOS	0.69 m3/s	3.50 h

Opciones de Simulación

- Por defecto (*Default*)
- Por parámetros

Tabla 8

Opciones de simulacion

<i>Name</i> (Nombre)	Cuenca Lampa
<i>Descriptions</i> (Descripción)	Cuenca de Lampa con tres sub-cuencas
<i>Unit System</i> (Sistema de unidades)	Metric
<i>Sediment</i> (Sedimento)	No



<i>Replace Missing</i> (Reemplazar faltante)	No
<i>Local Flow</i> (Flujo local)	No
<i>Flow Ratios</i> (Relaciones de Flujo)	No
<i>Default grid región</i> (Region de cuadrícula predeterminada)	None

Antes de examinar el comportamiento del modelo, es importante definir algunos parámetros para especificar las circunstancias del análisis (Figura 33).

3.15.2 *Datos Utilizados para el Modelado*

Los datos utilizados por elemento individual han sido:

- Sub-cuencas (Levantamiento Georreferenciado, Análisis hidrológico y Análisis de suelos)
- Levantamiento georreferenciado de nudos.
- Investigación topográfica y análisis hidrológico de vertidos.
- Diseño hidráulico según norma RNE OS.60 y normas internacionales.

3.16 Datos pertenecientes al Modelamiento del sector DLA

3.16.1 *Sub-cuencas*

Los atributos físicos de las subcuencas utilizadas para el modelado de sistemas en el programa EPA-SWMM se han derivado de investigaciones topográficas e hidrológicas. Se estima que el 75% de la escorrentía superficial desemboca en las tuberías, mientras que el 25% se filtra o es retenido en áreas verdes como parques y bermas. El sector DLA se distingue por su terreno totalmente llano, con un pendiente promedio del 0,15% entre subcuencas. La cuenca DLA se ha dividido en 84 subcuencas que desembocan en 69 imbornales (como se muestra en la tabla 19).

3.16.2 Nudos [SECTOR A]

Los drenes que se encargan de la descarga de las escorrentías superficiales se conocen como nudos. Se presume que la cota de fondo de los conductos es la misma que la de los nudos, y la altura de los conductos se mide desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie por donde ingresa la lluvia. De acuerdo con la Tabla 20, el drene principal DLA 1 (N1-N19) tiene una pendiente de 0,0012 en toda su extensión, con una cota de fondo inicial de 3823,620 metros y una altura final de 3818,705 metros.

3.16.3 Vertidos [SUBCUENCA A]

La cuenca DLA tiene un punto de vertido al río Lampa con una cota de fondo de 3826.324 m.s.n.m.

3.16.4 Conductos [SUBCUENCA A]

Cada conducto se distingue por su nodo de entrada y nodo de salida; la distancia entre estos nudos es de 0,013 y el coeficiente de Manning es de 0,013 (los drenajes de hormigón armado de sección rectangular cerrada se distribuyen a lo largo de la cuenca); las estadísticas se muestran en la Tabla 21.

3.16.5 Secciones [SUBCUENCA A]

Los conductos son drenajes de hormigón armado con sección rectangular cerrada que pueden variar en altura (Geom 1) y ancho (Geom 2); los datos de estos conductos se pueden consultar en la tabla 27.

3.17 Datos para el modelamiento del sector DLB

3.17.1 Subcuenca (SECTOR B)

Los atributos físicos de las subcuencas utilizadas para el modelado de sistemas en el programa EPA-SWMM se han derivado de la investigación



hidrológica y el estudio georreferenciado. La ciudad tiene zonas residenciales e industriales, carreteras, parques, colinas y terrenos no urbanizados. En consecuencia, la cantidad de escorrentía superficial que ingresa a las tuberías puede variar. El sector DLB se distingue por sus fuertes pendientes iniciales, lo que resulta en un rápido flujo de agua. La segunda mitad del sector es totalmente plana, con un pendiente promedio del 0,15% entre subcuencas. La cuenca DLA se ha dividido en 57 subcuencas que liberan agua en 77 imbornales. La tabla está etiquetada como Tabla 23.

3.17.2 Nudos [SECTOR DLB]

Los nodos sirven como salidas a través de las cuales se libera la escorrentía superficial. Se presume que el nivel más bajo de los nudos corresponde al de los conductos, y su elevación se mide desde el nivel inferior hasta el nivel superficial por donde ingresa el agua. Precipitación en forma de gotas de agua que caen de la atmósfera. El drenaje primario DLB 1 (N1-N8) comienza en una elevación inicial del fondo de 3819,480 m y termina en una altura de 3816,543 m. El drenaje mantiene una pendiente constante de 0.0005 en toda su longitud (Cuadro 29).

3.17.3 Secciones [SUBCUENCA B]

Los conductos se caracterizan por sus formas circulares, rectangulares y trapezoidales, sirviendo como sistemas de drenaje. Los conductos circulares están contruidos con material de PVC y tienen una sección transversal circular con un diámetro denominado 'Geom 1'. Los desagües rectangulares están contruidos con hormigón armado y tienen forma rectangular con altura ajustable (Geom 1) y ancho (Geom 2). Los canales trapezoidales, por el contrario, están hechos de hormigón con una sección transversal variable.



Tienen un ancho de base (Geoma 1), una altura (Geoma 2), una pendiente izquierda (Geoma 3) y una pendiente derecha (Geoma 4). Los datos se muestran en la tabla 26.

Datos de series de tiempo

Los datos adquiridos de la institución SENAMHI tienen origen en las estaciones Lampa y Pucará. Los datos se envían durante el registro y se utilizan para crear una contraseña para nosotros, como se muestra en la figura.

3.17.4 Nudos [SECTOR DLC]

Los drenajes que se encargan de la descarga de la escorrentía superficial se conocen como nodos. Se presume que la cota inferior de los conductos es la misma que la de los nodos, y la altura de los conductos se mide desde la cota inferior hasta el nivel de la superficie por donde entra la lluvia. La pendiente del drenaje principal DLC 1 (N1 – N41) es de 0,00066 en la primera mitad del drenaje y de 0,00033 en el resto del drenaje. La cota inferior inicial del drenaje es de 3824,639 metros, y la altura final es de 3821,534 metros.

3.17.5 Vertidos [SECTOR DLC]

En la cuenca del DLC se encuentra un punto de descarga al río Lampa, el cual se encuentra a una cota de fondo de 3820.740 metros sobre el nivel del mar. [SECTOR DLC] Ductos, Sección 1.2.4.3.4

Para identificar el ducto se utilizan los nodos de entrada y salida de cada ducto. La distancia entre estos nodos y el coeficiente de Manning es de 0.013 para drenes de concreto reforzado y de 0.011 para drenes de PVC. Los datos para estos ductos se muestran en la Tabla 24.



3.17.6 Secciones [SECTOR DLC]

Los conductos incluyen tanto desagües circulares como rectangulares. Los conductos circulares están contruidos de cloruro de polivinilo (PVC) y tienen una sección circular con un diámetro que se denota con el símbolo 'Geom 1'. Por otro lado, los desagües rectangulares cerrados están hechos de hormigón armado e incluyen una sección rectangular que tiene una altura variable (Geom 1) y un ancho variable (Geom 2). Hay una representación de los datos en la Tabla 36.

3.18 Climatología

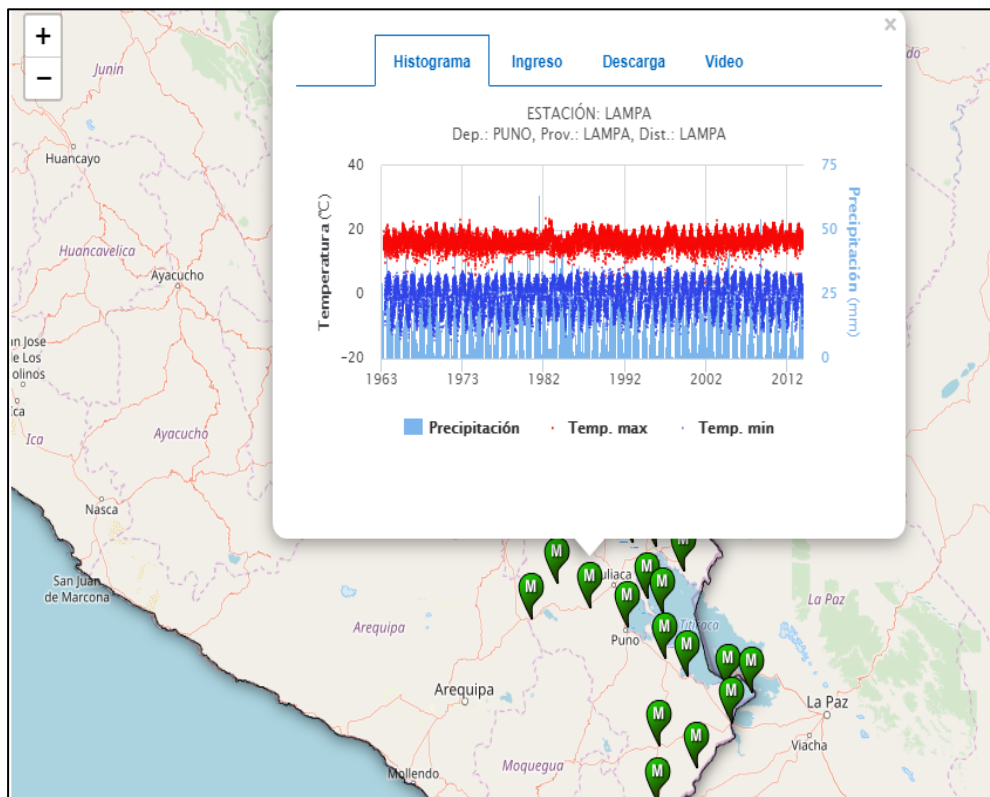
La humedad relativa se sitúa en el 52%, mientras que la temperatura media es de 10,50 °C. La temperatura más alta registrada en noviembre fue de 20,4°C, pero la temperatura más baja en junio fue de 10,6°C. La temperatura mínima absoluta para junio fue de 12,5°C, y para un mes más, de 6,4°C (SENAMHI, 2019).

El régimen de precipitación se infiere a partir de una determinada iteración basada en datos recopilados virtualmente. Posteriormente se construye una tabla con estos datos.

Lampa recibe el sobrenombre de "ciudad rosa" por el tono de su suelo. La velocidad media del viento en Lampa es de 6 m/s, con una media anual de 2,6 m/s, según informa el IGN (Instituto Geográfico Nacional). Según Javier Pulgar Vidal, peruano, el Perú está dividido en ocho áreas naturales distintas según la altitud, la vegetación y la vida silvestre. Estas regiones se correlacionan con las zonas Suni y Puna.

Figura 31

Ubicación de estaciones hidrometeorológico SENAMHI



Nota: SENAMHI.

El régimen de precipitación se da entre los meses de febrero, abril y marzo, con otoño, invierno y primavera seca. Lampa es conocida como la ciudad rosada por el color de su tierra.

El río lampa, es una rambla que nace en uno de los cerros que circunda la ciudad se características coloniales.

El río Lampa se encuentra a lado derecho de la ciudad de Lampa, nace en los caudales máximos se tiene los siguientes parámetros.

Figura 32

Mapa de la superficie de las subcuencas A, B y C en el modelo HEC - HMS



3.19 Resumen de las sub-cuencas A, B y C

3.19.1 Resultados de la sub-cuenca A

Resultados del caudal máximo o pico de la sub cuenca A

Figura 33

Resultados del caudal máximo o pico de la subcuenca A en el modelo HEC-HMS



Figura 34

Hitograma e hidrograma de la sub-cuenca A

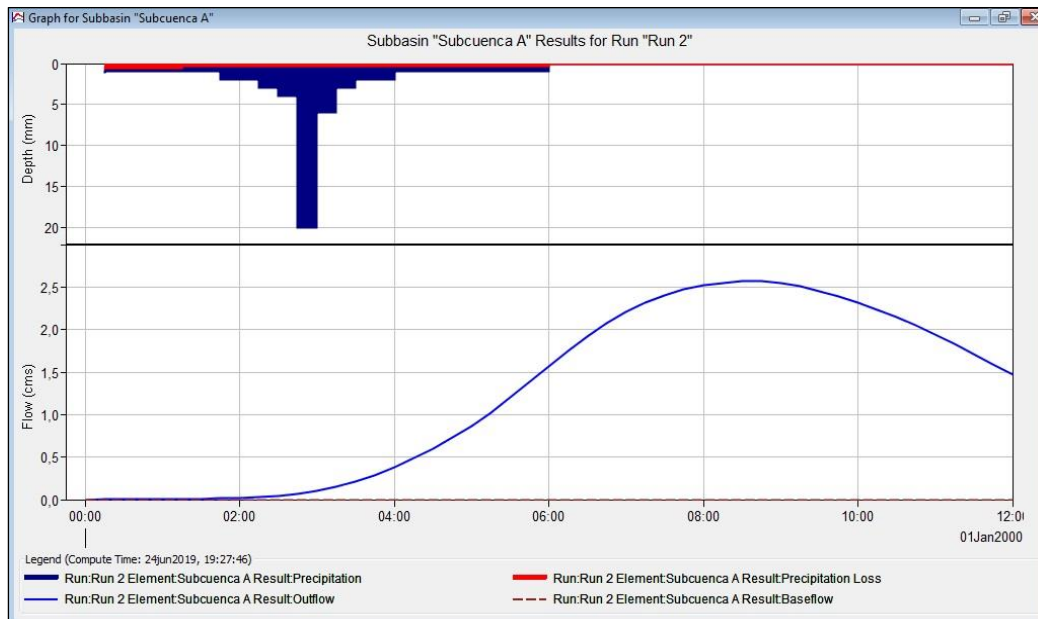


Figura 35

Resultados del caudal máximo o pico de la subcuanca A en el modelo HEC-HMS

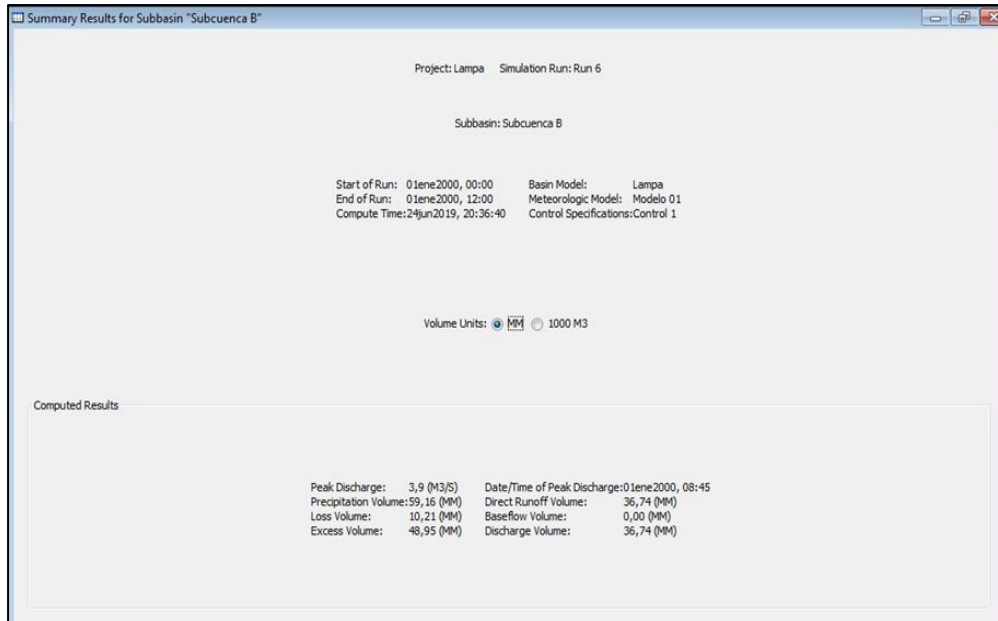
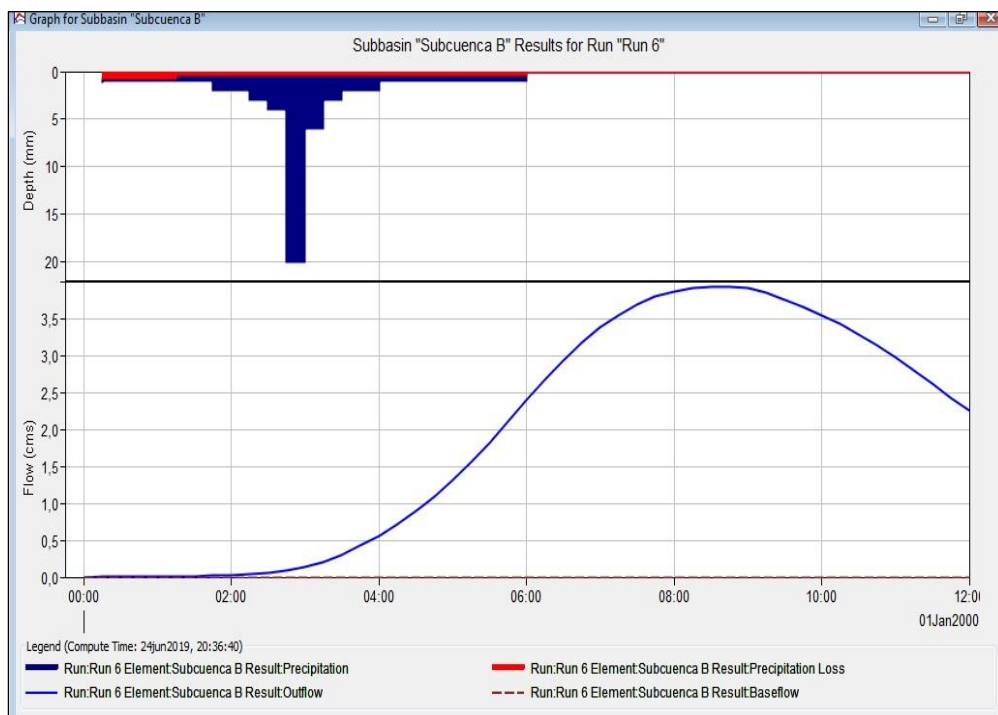


Figura 36

Hietograma e hidrograma de la sub cuenca A



3.19.2 Resultados de la subcuenca C

Figura 37

Resultados del caudal máximo o pico de la subcuenca C en el modelo HEC-HMS

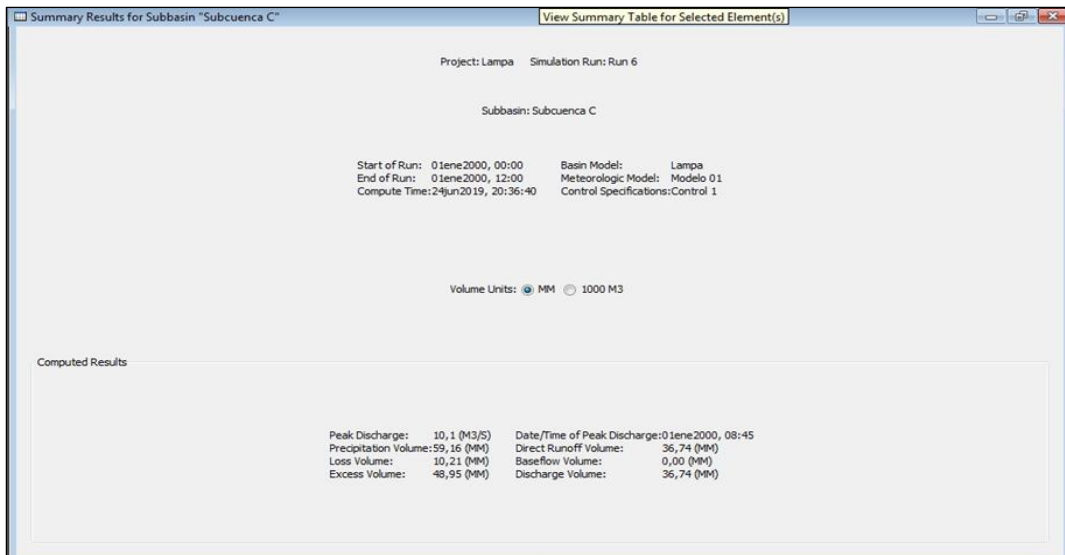
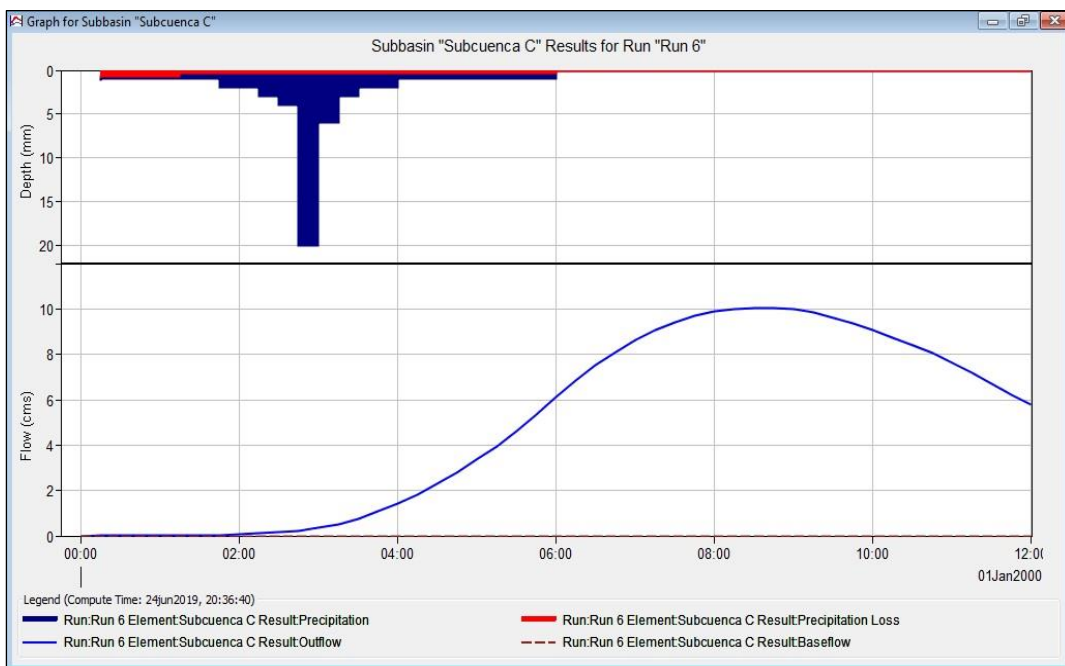


Figura 38

Hietograma e hidrograma de la sub cuenca C



3.19.3 Pérdidas por infiltración

El enfoque seleccionado para modelar las subcuencas se basa en un análisis inicial y constante. Esta técnica implica examinar el flujo desde la entrada hasta la salida y luego presentar las ecuaciones empleadas para este método de pérdida.



3.19.4 Discretización de las sub-cuencas

Dado que se trata de una simulación, es importante representar con precisión los límites de las subcuencas para capturar el flujo de agua hacia los sumideros, la forma en que el agua se acumula y cómo se mueve a través de cada tubería secundaria hasta llegar al punto de descarga. de la subcuenca.

En esta tesis, un análisis integral identificó un total de 125 subcuencas, las cuales se encuentran distribuidas en 13 drenajes pertenecientes a los sectores A, B y C. Los drenajes descargan en la salida de Lampa, donde se ubica la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Se construirá una instalación dedicada al tratamiento de aguas pluviales.

3.19.5 Morfología del terreno

Refiere al estudio de los rasgos y características físicas de la superficie de la Tierra.

Lampa cuenta con pendientes moderadas, lo que lo hace ideal para la instalación de sistemas de drenaje que canalicen eficientemente el flujo hacia el área de disposición designada. Para ello, se construyó un mapa de pendientes utilizando el robusto software satelital Google Earth Pro para georreferenciar la región de investigación. Luego, las elevaciones se ajustaron utilizando Map Source.

3.20 Analisis de modelado para la proyeccion del sistema de drenaje

3.20.1 Levantamiento Georreferenciado

Para crear el levantamiento georreferenciado se utilizaron 101 puntos de control. El proceso de desarrollo implicó dividir la región en tres sectores, a saber, los sectores A, B y C, según la topografía del terreno. Además, utilizamos la herramienta de rutas dentro del programa Google Earth para



analizar el área de investigación. El objetivo de esto es autenticar las coordenadas del informe geodésico proporcionado en el Anexo 1, específicamente en la identificación de puntos de referencia. Los puntos de referencia, denominados ONU en este proyecto, estaban situados en los pozos o nodos dentro de cada sector. Los puntos de control se muestran en la siguiente tabla, que posteriormente se utilizará para estimar la superficie del área de investigación.

El resumen de la presentación se centrará en la delimitación de las regiones de subcuencas, a las que en este trabajo nos referiremos como "sectores".

De esta manera se consigue en todos los casos un desplazamiento de las posiciones iniciales hacia el noreste de unos 400 metros. Como dato de verificación del punto geodésico con código AYP-190 se ha utilizado la ficha técnica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), incluida en el Anexo 6 de la ficha técnica. Este punto se sitúa en el parque ciclista una vez finalizado el trazado.

Por tanto, el trabajo realizado no se ajusta al nuevo informe realizado a nivel geodésico. En consecuencia, los datos inexactos obtenidos del levantamiento topográfico invalidan el trabajo topográfico en la sección de control horizontal.

Además, los trabajos de control vertical han sido validados, demostrando disparidades insignificantes en comparación con la evaluación topográfica proporcionada en el Anexo 2.

3.20.2 Verificación georreferenciado de la superficie de Terreno

Se ha confirmado que la zona C tiene un problema.



3.20.3 Revisión de Planos

Los planes catastrales de la provincia de Lampa han sido objeto de un estudio para evaluar su conformidad con los planes actualmente en ejecución.

3.20.4 Modelo HEC-HMS V4.3 para la determinación de caudales máximos

A la hora de evaluar los caudales máximos, es necesario tener en cuenta los distintos modelos disponibles en el mercado.

3.20.5 Recopilación de Información

Como primera actividad programada. Previamente se procedió a la recopilación de los datos disponibles en el expediente técnico.

La fuente principal de información ha sido extraída de los planos del expediente técnico.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados obtenidos del modelo epa-swmm

4.1.1 *Resultados de la sub-cuenca*

Los resultados numéricos adquiridos del modelado mediante el programa EPA-SWMM incluyen muchas posibilidades de análisis:

- Considere las opciones disponibles. A continuación, se muestran algunos de los parámetros que se utilizan en el modelado e incluyen la escorrentía superficial. Muestra los resultados del módulo hidrológico que se realizó en la cuenca.
- El cálculo hidráulico está en orden. muestra los resultados de la componente hidrodinámica del investigado.
- En la subcuenca la escorrentía continúa a continuación. muestra los resultados del módulo hidrológico que se completó en las subcuencas.
- Los nodos proporcionan un resumen del nivel. Muestra los resultados de las mediciones de los niveles de flujo de agua.
- Este es un resumen de las contribuciones realizadas en los nodos. Muestra la información sobre el flujo, el volumen lateral y el volumen total.
- La inundación en los nodos se resume a continuación. La información que se muestra incluye la duración de la inundación, el flujo más alto que ocurrió, el momento preciso en que tuvo lugar y el volumen total de agua que se inundó, que se midió en nodos.



- Los caudales se resumen a continuación. Se proporciona información sobre las velocidades a las que fluyen los fluidos, así como la cantidad de fluido que se expulsa. A continuación, se resume el flujo de líneas, se muestran los caudales más altos, el tiempo de manifestación que les corresponde, la mayor velocidad y el caudal máximo.

Con base en los datos recopilados de la investigación topográfica y los hallazgos del modelado del sistema en el EPA-SWMM, el Anexo 5 proporciona información específica sobre las alineaciones horizontales de los principales drenajes en los cuatro sectores, junto con sus secciones correspondientes, como se muestra en 18 planos.

Las siguientes tablas muestran los hallazgos derivados del modelo EPA-SWMM para el sector DLA.:

Los resultados analizados utilizando una secuencia de seis horas y una precipitación total de 39.340 milímetros se muestran en la Tabla 38. Esta tabla muestra la infiltración total por subcuenca en milímetros y, por lo tanto, la escorrentía total en milímetros después de la lluvia. El programa determina el coeficiente de escorrentía teniendo en cuenta los parámetros físicos de las subcuencas.

La tabla 39 muestra los niveles de agua máximos y medios que se han alcanzado en relación con el nivel del cauce. El máximo intervalo diario de precipitación es de seis horas, y el nivel de profundidad crítica se determina en el momento preciso en el que ocurre.



La cantidad máxima de agua lateral y total (acumulada) añadida por nudo se muestra en la Tabla 40. LPS (caudal) y L (volumen) son los términos utilizados para describir esta información. Además, utilizando diversos cálculos, se ha identificado el punto en el que se produce la mayor aportación.

La tabla 41 muestra el tiempo que los nodos críticos permanecen bajo la superficie, así como la profundidad caudal máxima en cada nodo, el punto de máxima inundación y el volumen de agua que sube a la superficie.

4.1.2 Perfiles de Lámina de Agua del Sector DLA

Los diagramas de perfil de las Figuras 34 a 37 muestran los cambios de alturas del agua simulada a lo largo de las conexiones del colector del sistema y el retroceso de los nodos en un momento dado. Una vez construido el diagrama por primera vez, puede actualizarse periódicamente cada vez que se seleccione un nuevo periodo de tiempo utilizando el visor de mapas. La animación ilustra la evolución del flujo de aire en el interior del conducto.

Figura 39

Perfil de lámina de agua del Dren DLA 1

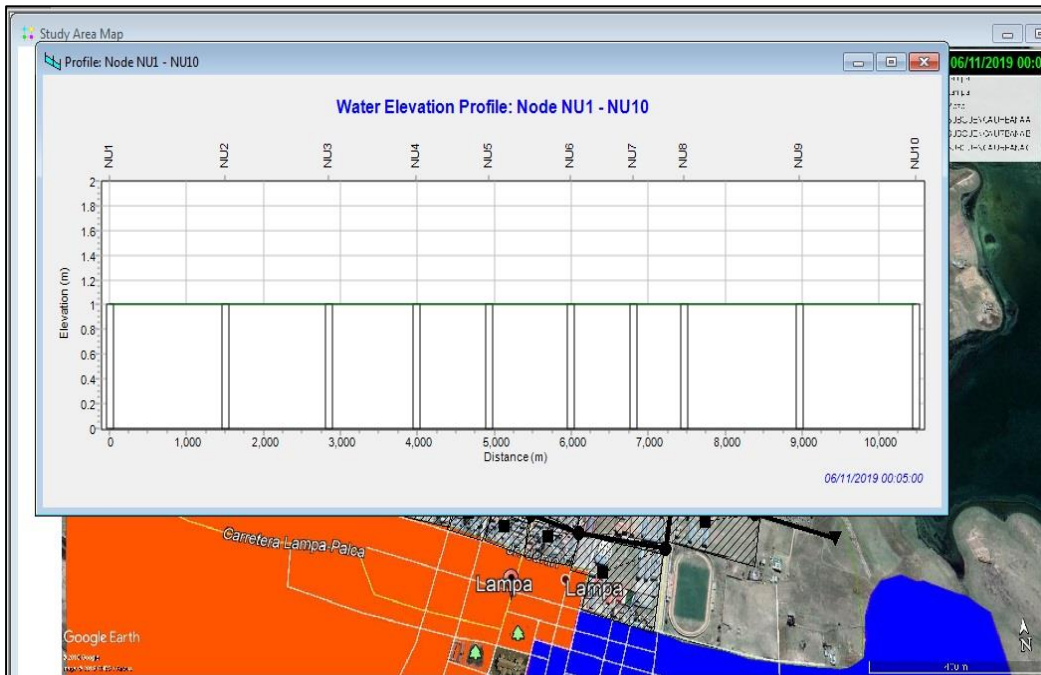


Figura 40

Perfil de lámina de agua del Dren DLA 1.1

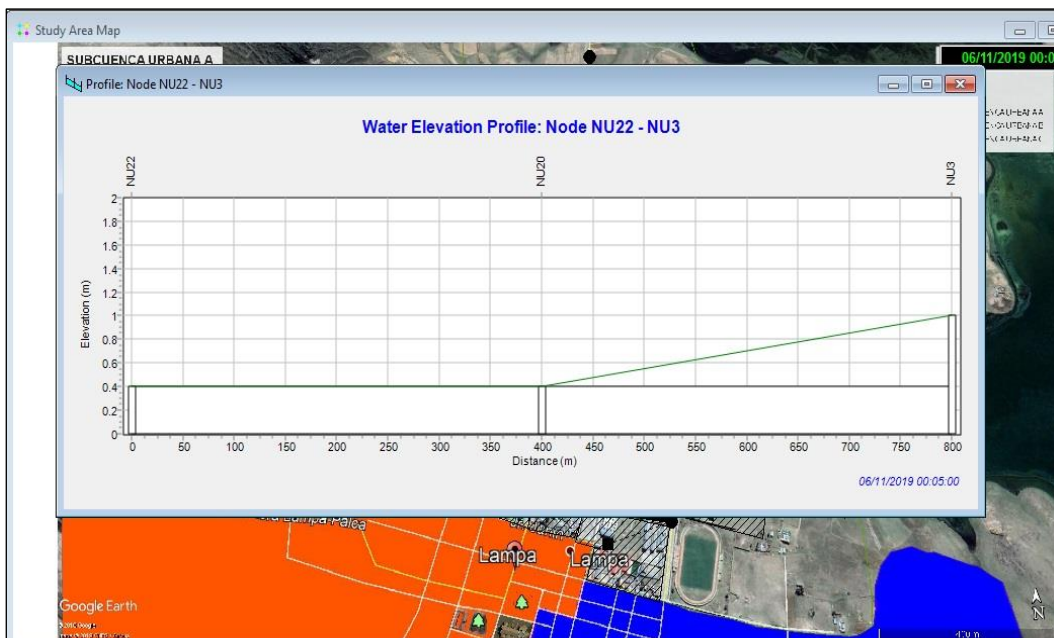
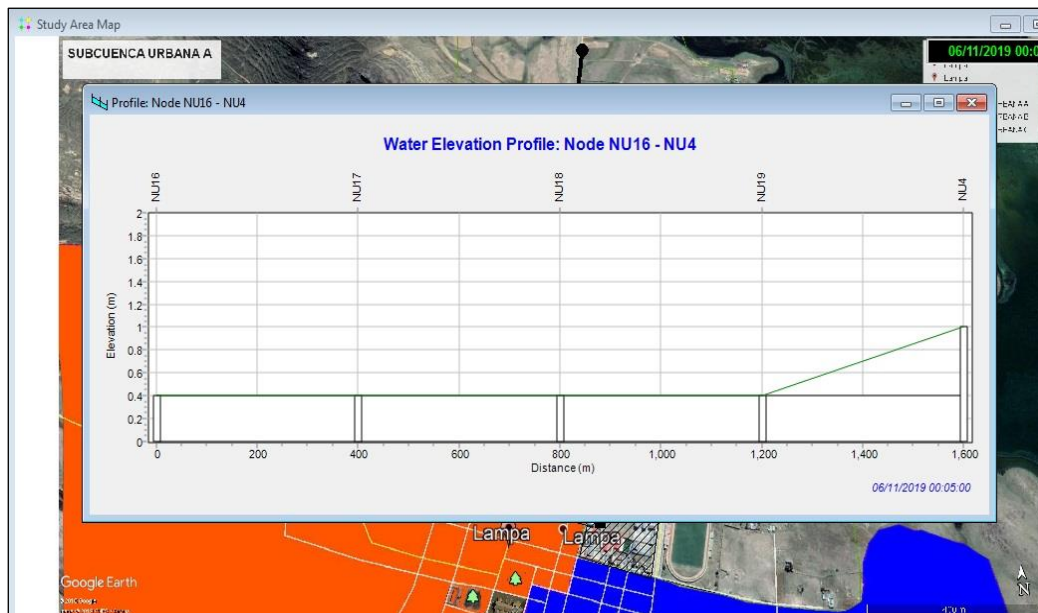


Figura 41*Perfil de lámina del Dren DLA 1.2*

4.1.3 Análisis de resultados del sector DLA

En cuanto a las actividades que se han realizado en campo, el área de la cuenca es de 5.23 km², y según el proyecto actual es de 5.16 km².

Se ha determinado mediante los trabajos que se han realizado en campo que el dren que se va a instalar en la Avenida Puente Colonial tendrá dos canales a ambos lados (derecho e izquierdo). Sin embargo, estos canales son inadecuados con las dimensiones actuales de 1.00 metros por 0.50 metros, por lo que se va a sugerir un canal en la berma central.

Las secciones de los drenes están organizadas de acuerdo con las actividades que se realizaron en el área de trabajo, como se muestra en la Tabla 44.



De acuerdo con las especificaciones que se determinaron durante la planificación del sector DLA, en la siguiente tabla se presentan las características geométricas de los drenes.

4.1.4 Resultados Obtenidos del Sector DLB

Esta información, adquirida por el modelo EPA-SWMM y correspondiente al sector DLB, se muestra en las tablas que se enlistan a continuación:

En la Tabla 48 se muestra la infiltración total por subcuenca en milímetros, así como el escurrimiento total en milímetros, con base en los hallazgos de un análisis realizado con una serie de tiempo de seis horas de duración y con una precipitación total de 39,132 milímetros. El coeficiente de escurrimiento es calculado por el modelo al tomar en cuenta los parámetros físicos de las subcuencas.

La cota de profundidad crítica se calcula determinando el momento en que ocurre y el periodo de máxima precipitación diaria es de seis horas. En la Tabla 49 se muestra el nivel de agua promedio y máximo que se ha alcanzado en relación con el nivel de elevación del cauce.

En la Tabla 52 se incluye un panorama general del caudal máximo en las conducciones del sistema, junto con la velocidad máxima asociada a cada conducción.

4.1.5 Perfiles de Lámina de Agua del sector DLB

Mediante el uso del visor de mapas, los diagramas de perfil que se muestran en las figuras 38 a 41 indican los cambios en la profundidad simulada del agua con la distancia a través de los recorridos de las conexiones y nodos del sistema colector en un momento determinado. Se puede observar la

animación de la tubería, que demuestra cómo ha cambiado la profundidad de la tubería a lo largo del tiempo.

Figura 42

Modelo EPA-SWMM – Perfil de lamina de agua sector B

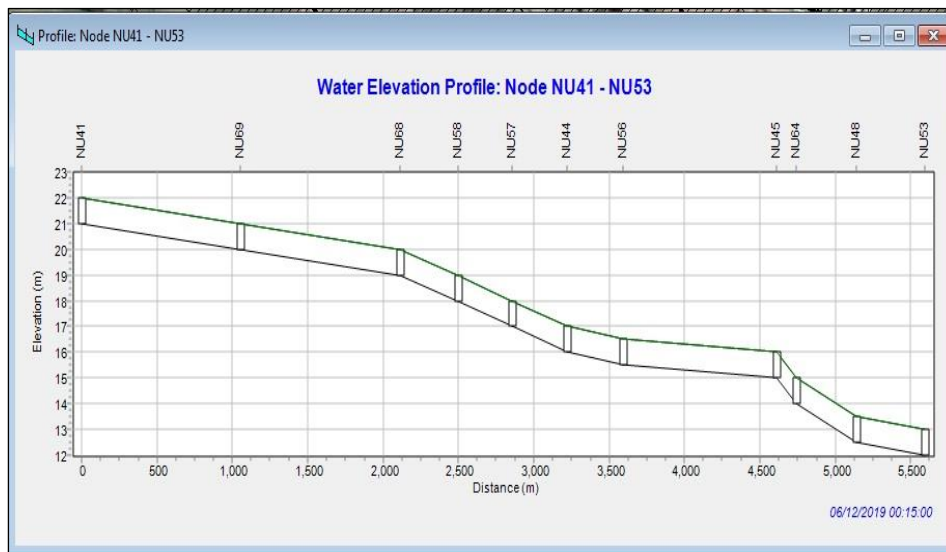


Figura 43

Modelo EPA – SWMM – Perfil de lamina de agua del Dren DLB2





4.1.6 Análisis de Resultados del sector DLB

El área de la cuenca, determinada mediante trabajo de campo y georreferenciación mediante Google Earth, es de 21,77 km². Sin embargo, según este proyecto, la superficie de la cuenca se estima en 15,69 km².

El canal de entrega está diseñado para tener una forma trapezoidal con un ancho de base de 5 metros y una altura de 1,0 metro. El drenaje (DLB 1.1) recoge el escurrimiento de las partes elevadas del sector y tiene un tamaño de sección transversal de 2,80 m x 2,00 m. Esto se debe al rápido ingreso de agua desde las avenidas Ucayali y Apirac. El drenaje luego desemboca en DLB 1, que es un canal abierto con unas dimensiones de 2,80 mx 1,50 m.

En este sector existen drenajes que existen actualmente (que conducen a Puno). Sin embargo, estos drenajes son canales secundarios y no tienen la capacidad de manejar el flujo máximo de los canales contribuyentes. Por lo tanto, en el nuevo diseño, se aumentan las dimensiones de los desagües para garantizar que puedan acomodar el máximo flujo. Las nuevas dimensiones para todo el recorrido del desagüe son 0,90 m x 1,20 m y 1,80 m x 1,30 m.

La Tabla 54 proporciona un desglose completo de las secciones de drenaje como se describe en la documentación técnica.

La Tabla 54 muestra las propiedades geométricas de los drenajes según el modelo EPA-SWMM.

4.2 Resultados Obtenidos del sector DLC

Los resultados obtenidos mediante el Modelo EPA-SWMM correspondiente al sector DLC se muestran en las siguientes tablas:

4.2.1 Dimensiones y secciones del conducto (Canales y tuberías)

Según el comportamiento del flujo que se muestra en el perfil laminar de los conductos, indica que en el dren principal no habrá desborde ni filtración ver figura 5, en el nudo, quedando de la siguiente manera las dimensiones de los conductos.

Figura 44

Modelo EPA – SWMM – Perfil de lamina del Dren Principal DLP, sección rectangular

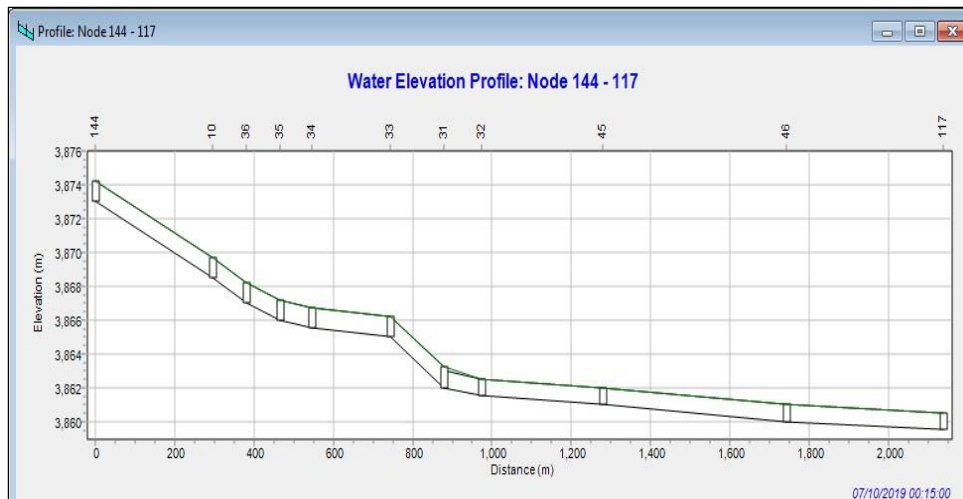
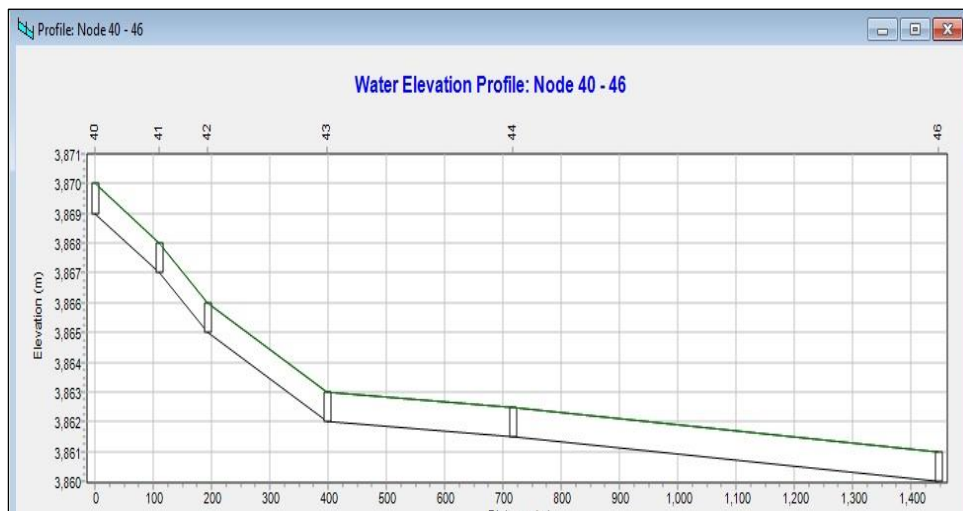


Figura 45

Modelo EPA – SWMM – Perfil de lamina del Dren Secundario DLP, sección triangular





4.3 Discusión de resultados

Con base en las investigaciones realizadas en esta tesis y en campo, se procedió a realizar comparaciones. En diversas regiones se han realizado modificaciones en el trazado de calles y en los detalles de los tramos, en función de las distancias existentes entre las redes de agua y drenaje existentes y los límites de los predios. Se han presentado casos en los que se han realizado modificaciones tanto en la margen derecha como en la izquierda, utilizando diseños de redes de agua y drenaje validados mediante el uso de levantamientos topográficos de tapas de pozos.

El análisis hidrológico, que incorpora información tanto del SENAMHI como del INRENA, emplea un tiempo de retorno de cincuenta años como base para el diseño. Para los fines de la investigación, se utiliza el enfoque racional para calcular los caudales máximos en cada tramo. Estos caudales se utilizan luego en la construcción de los canales. El proceso de determinación de la naturaleza del material y sus mediciones precisas.

Los parámetros de diseño para un período de retorno de cincuenta años se han desarrollado, tomando en cuenta la asistencia técnica que se ofreció durante todo el estudio, así como la información que se adquirió de los estudios de ingeniería fundamentales (geodésicos, topográficos e hidrológicos). Los modelos HEC-HMS y EPA-SWMM se han utilizado en el proceso de diseño hidrológico e hidráulico debido a que proporcionan resultados más precisos y superan ciertas limitaciones asociadas con la técnica racional.

Las desventajas de este sistema son:



- Sólo proporciona información sobre el caudal máximo, sin incluir el hidrograma de inundación para el diseño.
- Presupone que las precipitaciones se mantienen consistentes a lo largo del tiempo (con una intensidad constante), lo que posiblemente podría ocurrir cuando la duración de las precipitaciones es breve.
- No tiene en cuenta los impactos del almacenamiento temporal o la retención de agua de escorrentía en la superficie, canales, conductos y otros componentes naturales y artificiales.
- Mitiga los impactos de la infiltración dentro de la subcuenca.

Los canales rediseñados exhiben el máximo nivel de optimización. El principal factor a considerar es el gradiente ($S_{min} = 0,04\%$) que determina la velocidad del flujo en los conductos, así como la elevación máxima permitida en los lugares colectores. El levantamiento topográfico de cada sector es el encargado de determinar los datos de diseño. Una relación particular entre el área de flujo y el perímetro mojado se puede lograr aumentando el ancho de la sección, que es el único parámetro modificable. Esto se puede hacer hasta que se alcance la relación deseada. Es bien sabido que un gran perímetro mojado conduce a una mayor cantidad de energía perdida. Es esencial tener en cuenta que ampliar el ancho de los canales no mejora de ninguna manera la eficiencia con la que el agua de lluvia fluye a través de ellos.



Según el modelo EPA-SWMM los caudales máximos se producen en los puntos de vertido:

$$Q_a = 4179.92 \text{ l/s}$$

$$Q_b = 25724.04 \text{ l/s}$$

$$Q_c = 2527.29 \text{ l/s}$$

$$Q_{D1} = 2684.02 \text{ L/s}$$

$$Q_{D2} = 21150.79 \text{ L/s}$$

$$Q_{D3} = 2334.72 \text{ L/s}$$

Si se consideran las regiones contribuyentes del Sistema que indican cambios en el diseño del tamaño de los canales y, en consecuencia, las velocidades en el módulo hidráulico en las redes de drenaje, a menudo se encuentran las desviaciones significativas que son más fácilmente evidentes.



CONCLUSIONES

PRIMERO: Con base en la modelación realizada, los aportes al sistema de drenaje desde la bocatoma tienen caudales que van desde 2.56 m³/s a 10.01 m³/s, lo cual es resultado de la concentración de precipitación de diseño. Los caudales máximos para un período de retorno de 50 años son de 5,81 m³/s. Este período se determinó con base en el parámetro de diseño de la norma OS-060 de la RNE, ya que el costo del sistema de drenaje para un período de 200 años es prohibitivamente alto.

El período de retorno, tal como lo define la norma peruana y de otras naciones, es un factor crucial para determinar un diseño 1q2 ideal. Sin embargo, este indicador carece de precisión ya que las cifras son generalizadas y varían según las diferentes regiones.

SEGUNDO: Este estudio se centra en las dimensiones y características geométricas de los conductos de sección trapezoidal y cerrada. La sección trapezoidal tiene un ancho de solera (b) de 3m y una inclinación (z) de 0,15m en ambos márgenes. Estos ductos se encuentran ubicados en la Av. Enrique Torres Belón y Av. Augusto Cáceres, situándose dos de ellos en la ribera del río para adaptarse a las características y morfología del terreno. Adicionalmente existen tramos triangulares con una inclinación (z) de 0.10m en ambos márgenes, los cuales se conectan a los drenajes principales con tramos trapezoidales. Por último, existen ductos cerrados con un diámetro (D) de 390 mm en los drenajes



secundarios y terciarios ubicados en el centro de la ciudad, reflejando las características coloniales de Lampa.

El caudal de descarga en el caudal desde el drenaje principal al cuerpo receptor es de 25,72 m³/s. Este valor está influenciado por el registro de precipitaciones y se observa en el nodo de descarga NU92. Adicionalmente se tiene un caudal medio de 6,76 m³/s por el conducto de drenaje del conducto cerrado y un caudal medio de 4,23 m³/s por el conducto de transporte terciario de sección triangular. Estos valores están representados en el hidrograma del modelo EPA-SWMM.

TERCERO: El caudal de vertido en la entrega al cuerpo receptor es de 25,72 m³/s. Este valor está determinado por el registro de precipitaciones y se observa en el nudo de descarga NU92, donde el drenaje principal tiene un caudal de 6,76 m³/s y el ducto cerrado tiene un caudal promedio de 4,23 m³/s. Estos valores están representados en el hidrograma del modelo EPA-SWMM.

La norma OS.060 estipula que los conductos deben construirse con el 80% de su sección transversal llena. Sin embargo, en esta tesis, los conductos tienen un porcentaje menor, lo que indica que no habría fugas de flujo en los desagües y posibles inundaciones. El perfil de flujo laminar confirma estos hallazgos.



RECOMENDACIONES

PRIMERO: Es recomendable definir criterios según estándares establecidos en el levantamiento georreferenciado para poder recoger resultados precisos. Estos estudios serán validados por las autoridades pertinentes, lo que servirá como precedente para futuros esfuerzos en el campo de la hidráulica.

SEGUNDO: Cuando se trata de proyectos a gran escala, es aconsejable utilizar equipos avanzados para estudiar formas poligonales y realizar trabajos de campo. Esto ayudará a reducir cualquier posible imprecisión en los datos topográficos. Al estacionar, asegúrese de utilizar un trípode resistente y uniforme tanto para la estación total como para el prisma.

TERCERO: El insuficiente proceso de desarrollo de las áreas urbanas tiene efectos negativos sobre el bienestar general de la población y supone un obstáculo para la planificación de los sistemas de drenaje pluvial. En consecuencia, la ciudad de Lampa exige la implementación de una red de control vertical en todos los proyectos de infraestructura. (Mantenimiento de infraestructura, iniciativas de salud pública y desarrollo residencial). .

CUARTO: Se recomienda a la organización SENAMHI crear una estación pluviométrica en la ciudad de Lampa. Esta estación es importante para la implementación de proyectos de infraestructura y se utilizará para pronosticar futuros proyectos de construcción.

QUINTO: Se recomienda al MPL que establezca un plan maestro de drenaje pluvial proyectado que se alinee con el plan de crecimiento



urbano, que dicta las fases de investigación y diseño. Las etapas de ejecución en el corto, mediano y largo plazo.

Previo a implementar el proyecto de aguas pluviales en la ciudad de Lampa, es recomendable realizar un proyecto que aborde el tema del río Lampa. Este proyecto debería centrarse en mejorar las carreteras y caminos que contienen aguas residuales para evitar su degradación causada por las lluvias posteriores. La cuenca DLB está produciendo debido a condiciones inadecuadas del terreno, lo que hace que el sistema sea susceptible a obstrucciones y posterior pérdida de capacidad hidráulica.

SEXTO: Se recomienda a la Autoridad de Planificación Municipal que implemente rigurosamente el plan de desarrollo urbano en lo que respecta a la ampliación del área y la utilización del suelo. Las autoridades competentes deben priorizar la rehabilitación y conservación de los recursos naturales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Domingos, D. (2015). *Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda*. La Habana - Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
- Ernesto, P. P. (06 de agosto de 2015). *REPOSITORIO INSTITUCIONAL*. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4582>
- hidahatari. (12 de marzo de 2019). *gidahatari (Recursos hidricos y modelamiento numerico)*. Obtenido de gidahatari (Recursos hidricos y modelamiento numerico): <http://gidahatari.com/ih-es/modelamiento-hidrologico>
- Rojas, P., & Humpiri, V. (2016). *EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.



ANEXO

ANEXO 1: Matriz de consistencia

ANEXO 2: Información de precipitaciones

ANEXO 3: Corrección de la precipitación

ANEXO 4: Levantamiento Georreferenciado del área de estudio

ANEXO 5: Panel fotográfico.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA OBTENER LA INFORMACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN	FUENTE
<p>Interrogante General ¿Cómo influye el modelamiento hidrológico en el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa, utilizando el método de simulación hidrológica con los modelos HEC-HMS y EPA-SWMM?</p> <p>Interrogantes Específicas ¿Cuáles serán los caudales de aportes para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa, en función al periodo de retorno?</p> <p>¿Qué dimensiones y características geométricas tendrán las secciones de los canales y tuberías del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa?</p> <p>¿Cuáles son las proyecciones de los caudales de descarga en la entrega al cuerpo receptor del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa?</p>	<p>Objetivo General Desarrollar el modelamiento hidrológico para diseñar el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa utilizando los modelos HEC-HMS y EPA-SWMM.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar los caudales de aportes para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Lampa.</p> <p>Desarrollar el modelamiento hidrológico para determinar las dimensiones y secciones de los canales y tuberías del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Lampa utilizando los modelos HEC-HMS y EPA-SWMM.</p> <p>Analizar y determinar los caudales de descarga en la entrega al cuerpo receptor del sistema de drenaje pluvial proyectado en la ciudad de Lampa.</p>	<p>Hipótesis General El modelamiento hidrológico influye en la operación y simulación dinámica de procesos hidrológicos e hidráulicos permitiendo estimar de manera ilimitada la proyección de redes del sistema de drenaje pluvial y manejar una amplia variedad de figuras geométricas de conductos además establece parámetros y restricciones integrados en los modelos HEC-HMS y EPA-SWMM.</p> <p>Hipótesis Específicas Los caudales de aportes al sistema de drenaje pluvial estarán en el rango de 0.345-0.670m³/s, estimando que el valor del caudal de aporte pico para el periodo de retorno de 20 años será 0.356m³/s y para el periodo de retorno máximo de 200 años el valor del caudal pico será 0.583m³/s. Las dimensiones y características geométricas de los canales y tuberías serán de sección trapezoidal con ancho de solera b=5m y talud z=0.25 en los drenes principales y de sección triangular y ducto cerrado con z=0.18m y D=430mm en los drenes secundarios y terciarios.</p> <p>Se proyecta que los caudales de descarga en la entrega al cuerpo receptor del sistema de drenaje pluvial serán de 15.3m³/s por parte de la estructura de transporte secundario y terciario al cuerpo receptor, estos valores se mostrarán en el hidrograma del modelo hidrológico.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Modelamiento hidrológico.</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones históricas. - Características de la superficie. - Morfometría de subcuencas. - Transformación lluvia-escorrentía. <p>VARIABLE DEPENDIENTE Sistema de drenaje pluvial urbano.</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros geomorfológicos. - Precipitaciones de diseño. - Caudal de diseño. - Parámetros de diseño hidráulico. - Diseño hidráulico. - Diseño del sistema de drenaje pluvial. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Modelamiento hidrológico.</p> <p>TÉCNICA Investigación bibliográfica y por internet Observación directa</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Sistema de drenaje pluvial urbano.</p> <p>TECNICA Investigación bibliográfica y por internet sobre diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Modelamiento hidrológico.</p> <p>TÉCNICA Modelo hidrológico Observación Directa</p> <p>INSTRUMENTOS Levantamiento georreferenciado para generar cotas con Google Earth. Recopilación de información básica (SENAMHI, catastro)</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Sistema de drenaje pluvial urbano.</p> <p>TÉCNICA Diseño del sistema de drenaje pluvial urbano Observación Directa</p> <p>INSTRUMENTOS Formatos de hojas de cálculo. Software para diseño.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Conocido a través de textos y otras fuentes.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Resultados del diseño del sistema de drenaje pluvial urbano.</p>

(H)



ANEXO 2: INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES

Precipitación Máxima Diaria (mm)												
Estación Cabanillas												
ESTE	355679.5											
NORTE	8270505.40											
Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1957												26.0
1958	8.0	25.0	18.5	21.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.5	17.8	36.1	22.0
1959	26.6	27.4	25.0	36.6	3.0	0.0	0.0	0.0	5.1	11.2	22.0	31.5
1960	16.1	30.0	19.0	1.8	15.0	0.0	0.0	1.0	4.0	6.7	22.0	30.0
1961	12.5	20.1	31.2	5.4	6.8	0.6	3.3	7.0	12.1	12.1	4.2	25.7
1962	13.0	22.2	10.0	4.0	8.0	3.1	2.2	0.0	13.5	9.0	18.0	25.6
1963	27.2	9.0	7.2	10.4	0.0	0.6	2.2	0.0	2.4	8.4	19.0	10.0
1964	11.8	16.8	24.0	10.0	3.6	0.0	0.0	0.0	5.8	6.3	6.1	20.2
1965	18.8	30.8	12.4	6.2	5.8	0.0	0.0	4.0	0.0	6.5	25.0	17.0
1966	31.8	20.0	20.7	16.9	6.2	0.0	0.0	0.6	12.2	17.9	7.2	13.9
1967	27.8	30.0	24.4	22.0	11.2	0.0	2.1	0.8	15.9	2.4	8.5	40.0
1968	33.7	43.6	19.1	18.0	0.0	0.0	0.0	12.1	11.4	10.2	22.0	18.0
1969	26.0	30.4	11.5	6.2	13.9	0.0	0.0	0.0	5.5	9.2	6.0	36.0
1970	38.2	23.8	15.0	9.1	2.0	1.9	1.3	1.8	7.2	4.1	6.1	13.0
1971	35.4	28.2	36.7	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	12.6	26.8	27.9
1972	25.9	20.3	24.6	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	6.1	15.8	21.5
1973	20.2	31.8	13.3	26.3	2.8	0.0	0.6	1.2	1.7	10.8	17.4	29.8
1974	10.0	16.4	33.2	4.6	2.1	0.0	1.0	20.0	8.0	30.5	16.8	9.0
1975	14.6	18.3	26.2	14.2	0.0	0.0	1.0	10.8	3.2	4.8	10.8	16.0
1976	19.0	14.5	13.1	11.0	3.0	1.0	1.0	4.5	7.0	7.0	8.0	7.5
1977	6.0	11.5	6.5	2.0	3.0	2.8	0.0	2.0	4.5	6.0	20.5	21.0
1978	22.4	28.2	27.0	6.0	14.4	0.0	2.0	2.5	2.5	7.0	11.9	
1979	17.5	19.0	12.5	13.0	5.0	16.0	0.0	2.0	9.0	9.5	14.0	20.5
1980	54.2	47.5	27.2	20.0	1.3	0.0	10.5	1.0	10.0	4.0	7.3	30.0
1981	16.0	25.4	15.0	7.0	0.0	0.7	6.0	1.5	6.4	7.3	29.0	17.8
1982	25.8	25.8	21.4	10.0	7.6	0.0	0.0	0.0	14.2	19.7	0.0	46.0
1983	29.5	18.0	20.2	15.4	0.0	1.4	0.0	4.0	5.0	2.5	11.0	22.2
1984	19.8	9.6	8.4	7.5	1.8	21.6	0.0	3.8	0.5	31.0	25.7	11.0
1985	14.4	16.7	14.4	20.2	5.8	16.8	0.0	0.0	4.6	7.0	12.0	10.8
1986	12.2	10.4	4.4	2.6	0.0	2.2	2.2	21.2	0.0	13.4	5.0	13.0
1987	16.8	22.4	17.0	17.3	3.0	0.0	0.0	15.0	7.4	53.4	22.4	32.0
1988	18.8	12.8	54.6	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	11.6	12.0	12.4
1989	15.4	14.2	15.5	3.2	0.0	0.0	0.0	0.2	10.8	6.7	13.6	10.7
1990	42.7	14.4	24.8	11.6	1.9	0.0	2.0	12.8	4.8	6.3	20.0	28.7
1991	17.5	44.6	34.5	26.8	2.5	0.0	0.0	6.8	23.3	14.4	28.2	35.6
1992	22.1	39.2	34.5	6.1	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	17.8	12.6	11.1
1993	23.0	21.4	18.3	18.2	5.4	0.0	1.8	1.8	10.6	26.2	2.4	34.9
1994	17.5	31.2	31.6	21.8	0.4	0.0	0.0	3.1	15.8	23.1	6.6	30.3
1995	32.2	44.2	20.9	26.6	7.0	0.8	0.4	7.5	6.0	32.0	16.6	10.0
1996	15.5	21.7	21.1	30.5	10.0	4.2	12.5	10.4	2.5	23.1	27.2	23.7
1997	30.3	12.4	24.6	8.0	5.6	2.6	0.0	0.5	12.2	6.1	42.3	36.6
1998	16.4	29.6	15.8	10.8	8.5	0.5	5.3	6.0	6.0	1.0	10.1	15.5
1999	15.2	66.0	36.6	26.4	0.0	0.0	0.0	0.5	3.8	11.2	22.7	13.8
2000	19.5	35.2	26.0	20.2	0.0	0.7	0.0	0.7	32.0	9.2	12.5	24.3
2001	18.4	24.2	37.5	18.3	1.2	0.0	0.8	0.0	17.8	12.7	46.4	14.5
2002	44.1	22.4	25.2	5.1	0.0	0.2	0.0	0.6	1.0	16.2	21.9	31.5
2003	14.3	22.9	25.0	10.8	0.0	0.0	1.6	0.5	0.5	19.4	35.6	21.5
2004	25.1	17.3	18.0	8.3	5.8	0.0	0.5	0.0	2.1	6.3	14.2	27.3
2005	17.7	23.2	35.2	14.9	0.8	0.0	3.4	4.1	10.4	21.0	16.3	68.7
2006	20.3	32.6	21.7	18.9	0.0	0.0	0.0	2.9	1.9	8.4	14.8	22.3
2007	16.1	54.3	5.9	5.3	3.4	6.0	5.4	4.0	5.7	23.2	19.4	29.8
2008	33.0	12.0	12.7	9.2	0.0	0.0	2.2	12.2	8.2	18.5	17.4	32.6
2009	21.2	21.8	13.4	22.4	0.0	1.9	3.7	2.3	17.3	11.6	28.9	30.2
2010	16.5	32.7										9.2
2011	22.9	19.3	29.2	11.2	3.2	3.0	3.0	0.0	15.0	29.0	19.2	31.6
2012	39.6											
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												
2018												



Precipitación Máxima Diaria (mm)												
Estación Lampa												
ESTE	353517.9											
NORTE	8301027.8											
Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1957												
1958												
1959												
1960												
1961												
1962												
1963			30.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	13.0	49.0	11.0	23.0
1964	10.0	20.0	26.0	15.5	10.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	15.0	12.6
1965	19.5	18.0	15.5	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	13.0	17.0	41.0
1966	15.0	24.0	10.0	7.0	20.5	0.0	0.0	0.0	16.1	6.1	10.6	20.8
1967	18.8	22.0	36.0	8.0	6.5	0.0	2.5	3.2	13.8	16.9	2.0	29.0
1968	16.5	18.3	21.5	18.0	1.6	2.0	5.8	2.2	13.0	20.0	22.1	16.0
1969	38.1	15.2	8.0	16.0	0.0	2.0	1.0	0.0	2.8	31.0	24.4	14.4
1970	19.3	16.0	32.5	8.0	3.8	0.0	0.0	1.3	2.0	15.0	9.0	23.8
1971	16.0	19.3	11.0	11.8	0.0	0.0	0.0	8.0	0.5	20.0	11.0	24.0
1972	53.3	17.5	27.8	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	2.0	20.0	13.5
1973	18.5	32.2	38.8	22.0	2.0	0.0	2.0	1.0	13.0	22.0	16.0	25.5
1974	35.8	20.1	13.5	8.0	0.0	4.0	0.5	27.5	6.0	4.0	21.4	31.8
1975	21.8	30.7	16.0	10.5	12.0	0.0	0.0	2.0	7.5	12.3	5.0	23.0
1976	30.0	35.0	13.0	6.0	12.0	4.0	0.0	5.0	21.0	0.0	6.0	17.0
1977	22.5	35.0	29.0	8.5	0.0	0.0	1.0	0.0	16.5	17.5	19.5	30.0
1978	40.0	44.0	32.0	14.5	0.0	1.5	0.0	3.0	9.5	10.6	26.1	38.5
1979	19.0	14.5	22.8	14.8	2.0	0.0	0.0	3.0	0.0	18.0	26.4	21.0
1980	19.0	17.0	31.0	3.0	3.9	0.0	0.0	10.0	33.0	14.0	40.0	9.0
1981	49.0	25.0	21.1	11.0	0.0	0.0	0.0	11.0	8.0		16.0	27.0
1982	25.0	17.0	21.0	64.0	0.0	2.0	0.0	2.0	22.0	20.0	26.0	22.0
1983	11.0		12.0	7.0	4.0	4.5	0.0	4.5	9.0	24.5	14.0	12.5
1984	44.0	25.0	18.5	40.0	11.5	0.0	0.0	6.0	0.0	35.8	38.0	50.4
1985	28.6	48.3	32.0	30.0	4.0	15.0	0.0	9.5	7.0	22.5	24.6	33.0
1986	34.5	37.0	21.0	10.4	3.4	0.0	0.7	9.3	9.8	6.0	11.4	33.0
1987	36.0	20.4	15.0	10.2	3.0	1.5	11.2	0.0	2.0	10.4	26.1	30.3
1988	20.4	8.4	20.9	35.7	13.0	0.0	0.1	0.0	6.6	28.4	2.1	31.2
1989	18.4	14.6	22.2	21.4	0.0	2.4	0.8	2.4	1.0	4.2	13.9	12.0
1990	15.9	12.0	14.0	4.4	6.0	19.1	0.0	2.9	2.0	16.4	26.4	30.2
1991	28.4	24.2	22.4	12.1	21.7	17.5	0.8	0.0	7.0	26.3	10.8	24.1
1992	12.2	11.8	14.4	16.7	0.0	2.8	1.4	39.0	0.2	20.5	16.7	18.4
1993	29.3	4.0	22.0	11.1	1.8	0.2	0.0	9.2	4.5	16.2	14.4	23.3
1994	17.9	32.9	34.4	7.9	1.1	0.0	0.0	0.0	2.4	10.4	14.7	13.4
1995	20.8	24.4	13.3	8.2	0.3	0.0	0.0	5.6	11.6	13.9	13.8	17.1
1996	42.3	30.6	22.4	7.4	8.6	0.0	1.0	1.4	7.0	2.4	18.9	26.4
1997	30.3	23.8	30.6	21.4	2.6	0.0	0.0	4.2	21.0	11.2	28.2	28.2
1998	18.1	32.8	24.3	20.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	21.7	15.6	21.0
1999	32.3	13.0	30.3	27.0	4.3	1.8	0.0	0.0	21.6	31.7	13.2	15.0
2000	20.9	33.4	26.4	27.0	6.3	3.8	0.0	2.7	14.0	16.3	4.1	15.9
2001	27.7	37.9	21.8	11.6	5.2	2.9	1.8	6.1	1.8	21.6	20.3	12.0
2002	17.8	22.1	24.1	16.6	12.4	1.9	8.9	4.9	10.0	36.5	15.3	34.4
2003	25.8	21.9	20.2	5.9	2.2	3.2	0.0	0.1	18.7	4.7	8.4	35.9
2004	43.3	31.8	24.1	12.0	2.0	2.0	1.6	11.1	11.4	14.7	7.8	15.0
2005	27.4	39.4	49.2	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	28.4	14.6	30.8
2006	26.2	26.2	22.2	4.9	0.7	1.3	0.0	0.2	8.7	13.7	18.1	18.6
2007	13.5	35.0	28.4	12.0	7.0	0.0	6.1	10.0	5.4	12.8	25.5	21.4
2008	26.8	14.0	12.0	0.8		1.0	0.0	1.4	2.0	29.7	9.3	34.7
2009	22.0	53.9	39.8	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	17.0	20.8	15.4
2010	20.8	21.1	14.8	8.8	4.9							
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												
2018												



Precipitación Máxima Diaria (mm) Estación Cabanillas

ESTE 370412.6
NORTE 8292182.40

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1960												
1961												
1962												
1963												
1964												
1965												
1966	15.8	14.0						0.0	9.2	9.7		11.0
1967												
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001									5.7	19.4	7.4	12.5
2002	10.8	32.7	16.7	13.4	12.4	1.6	8.0	6.1	10.6	63.3	12.6	19.0
2003	29.0	18.9	22.3	1.7	2.9	4.4	0.5	0.3	16.8	5.0	17.6	36.5
2004	32.8	15.9	17.9	7.8	0.0	0.2	0.7	15.0	22.5	2.8	6.8	20.5
2005	16.4	47.4	41.0	18.7	0.0	0.0	0.0	1.8	11.3	23.7	15.2	15.0
2006	23.3	23.2	30.3	4.4	0.8	2.0	0.0	0.7	6.8	24.2	21.4	23.5
2007	14.4	19.4	39.3	24.9	3.1	0.1	5.9	0.8	5.7	9.3	33.5	22.0
2008	45.0	11.1	11.0	5.1	0.4	0.6	0.0	0.9	1.1	25.2	13.8	33.6
2009	27.9	28.9	27.5	7.8	0.0	0.0	1.0	0.2	6.1	33.8	18.3	18.0
2010	20.2	17.1	12.5	4.8	10.0	0.4	0.4	0.0	0.2	9.4	11.9	10.9
2011	6.9	55.4	12.9	7.3	4.8	0.0	3.6	2.5	4.3	7.5	21.0	32.1
2012	22.1	23.0	20.7	14.0	0.0	0.1	0.0	20.0	0.3	7.1	9.0	29.1
2013	19.8	27.9	11.6	6.6	2.6	3.8	2.1	3.8	5.0	11.6	12.4	28.5
2014	37.0	15.8	22.2	9.1	0.3	0.1	4.5	3.3	24.8	23.5	5.3	16.6
2015	17.3	17.5	17.6	33.6	2.3	0.6	2.0	6.3	24.2	12.7	8.7	20.8
2016	15.7	36.6		11.7	0.0	1.8	4.2	0.0	0.4	10.4	9.0	19.7
2017	24.0	12.7	36.7	9.0	10.0	0.0	5.1	0.0	8.3	26.9	19.1	61.8
2018	19.9	32.6	22.2	16.3	10.7	9.0	15.8	0.0	0.2	22.4	20.4	22.2
2019	22.1		24.2	17.0	7.1	2.8	8.9	0.0	10.3	25.5	23.7	17.3
2020	13.5	33.5	22.7			0.0	0.0	0.0	10.9	8.2	9.3	13.5
2021	27.9	4.1	12.2	13.4	13.3	0.0	0.0	7.4	16.0	29.4	19.8	17.9



Precipitación Máxima Diaria (mm)

Estación Lampa

ESTE 374843.3

NORTE 8289717.70

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1957												
1958												
1959												
1960												
1961												
1962												
1963												
1964												
1965												
1966									0.0	0.0	0.0	0.0
1967	3.2	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	0.5	1.5	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.0	0.0
1970	3.2	0.0	1.5	0.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0
1971	0.0	0.8	6.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1972	4.4	8.8	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
1973	2.8	1.6	2.4	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
1974	3.4	3.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	2.3	2.6	7.6	1.4	0.0	0.0	0.0	2.8	0.4	1.8	0.0	0.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
1977	2.6	1.8	0.0	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
1979	0.0	0.0	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.3	1.1
1981	1.9	7.2	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	2.1	0.0	0.2
1982	0.3	2.8	0.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.4	0.7
1983	3.7	1.2	12.1	2.7	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984	1.4	6.0	2.0	0.4	0.4	0.2	0.4	0.0	0.0	0.1	0.3	0.7
1985	0.0	1.6	0.0	0.0	1.5	0.0	0.3	0.0	1.3	0.0	0.0	2.5
1986	3.1	0.0	1.7	0.9	0.2	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	1.8	1.4	1.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.6	0.0	0.0
1988	2.5	0.4	0.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	0.3	1.7	3.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0
1990	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.5	0.0
1991	0.0	2.2	2.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	7.0
1992	0.0	1.0	0.3	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
1993	0.4	3.9	6.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
1994	0.0	4.2	1.9	3.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
1995	1.0	0.6	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1996	2.8	3.1	1.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
1997	0.0	0.7	0.4	2.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.9	0.8	13.6
1998	7.0	28.3	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
1999	2.4	4.5	0.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	2.1
2000	0.9	1.1	2.6	3.0	3.9	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2001	2.2	1.8	2.0	1.5	0.0	0.7	0.4	0.4	0.0	0.0	1.0	0.5
2002	0.0	4.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0
2003	2.3	3.2	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												
2018												

ANEXO 3

CORRECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda corregir las mediciones de Pmax_diarias multiplicándolas por un factor que depende del número de observaciones realizadas durante el tiempo de medición de la lluvia, obteniéndose así Pmax_24hr más reales. Dichos factores de ajuste se muestran en la siguiente tabla :

Número de Unidades de Observación	1	2	3 a 4	5 a 8	9 a 24	> 24
Factor de Ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

En nuestro país, los valores de Pmax_24h suelen obtenerse en las estaciones para intervalos fijos de tiempo, generalmente de 7:00 am a 7:00 pm del mismo día, por ende existen dos intervalos de medición en 1 día lo que corresponde a un factor de ajuste de **1.04**.



ESTACIÓN : Juliaca

AÑO	PP MAX MEDIDO (mm)	PP MAX CORREGIDA (mm)
2002	63	66
2003	37	38
2004	33	34
2005	47	49
2006	30	32
2007	39	41
2008	45	47
2009	29	30
2010	20	21
2011	55	58
2012	23	24
2013	29	30
2014	37	38
2015	34	35
2016	37	38
2017	62	64
2018	33	34
2019	26	27
2020	34	35
Media	37	39
Desv.E estándar	12	13
Máximo	63	66
Mínimo	20	21

ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS ALTOS Y BAJOS

ESTACIÓN: Lampa

AÑO	PP MAX 24 H	LOG (PP MAX 24 H)
2001	19.4	1.28780
2002	63.3	1.80140
2003	36.5	1.56229
2004	32.8	1.51587
2005	47.4	1.67578
2006	30.3	1.48144
2007	39.3	1.59439
2008	45	1.65321
2009	33.8	1.52892
2010	20.2	1.30535
2011	55.4	1.74351
2012	29.1	1.46389
2013	28.5	1.45484
2014	37	1.56820
2015	33.6	1.52634
2016	36.6	1.56348
2017	61.8	1.79099
2018	32.6	1.51322
2019	25.5	1.40654
2020	33.5	1.52504
2021	29.4	1.46835

Cálculos previos:

Valor para el N° de datos (ver Tabla 1)

$$y_H = X + (K_n) S$$

$$y_L = X - (K_n) S$$

Tabla N°1

TABLA 12.5.3
Valores K_n para la prueba de datos dudosos

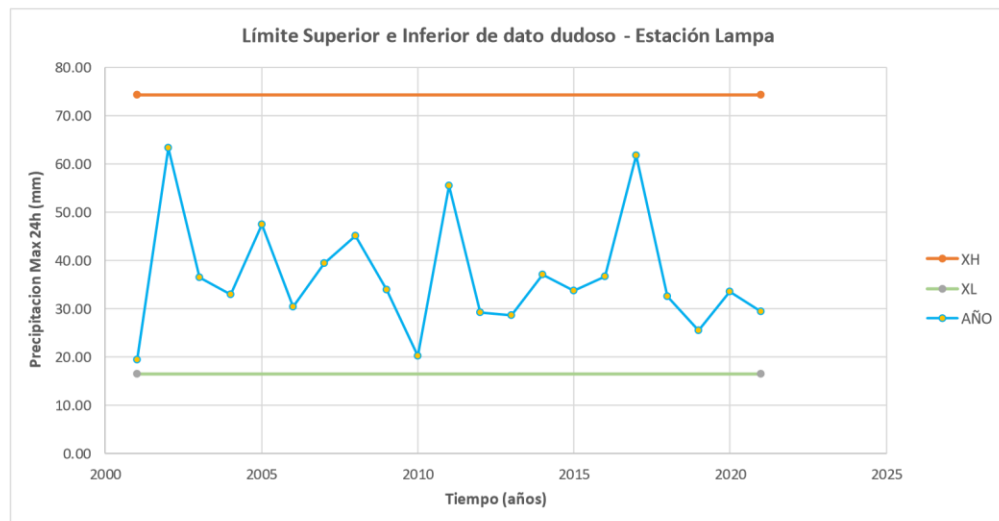
Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de K_n de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

Resultados

PROM =	1.54433			
DESV.E =	0.1357	Xh	Xl	
Kh =	2.41	2001	74.32	16.50
Xh =	74.32	2021	74.32	16.50
Xl =	16.50			

GRÁFICO



Conclusion:

La totalidad de datos se encuentra dentro del rango superior e inferior de dato dudoso, por lo tanto no se excluye ningún dato y todos son ingresados a la prueba de bondad de ajuste.

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA

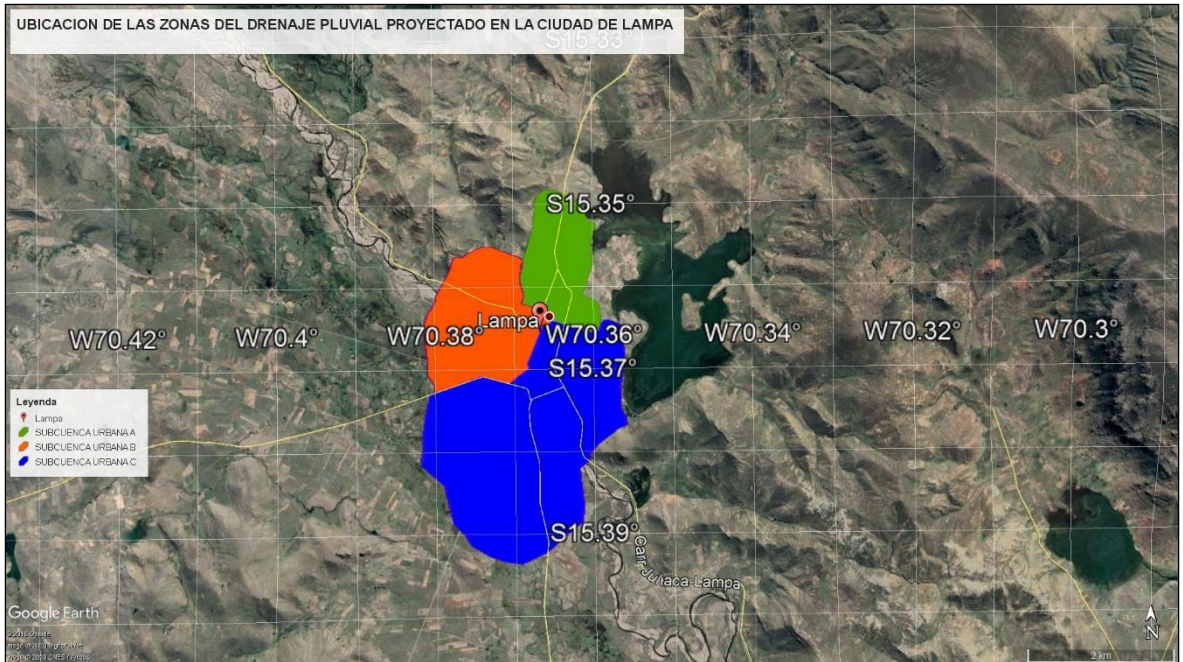
Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Nota: Adaptado del "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" (p. 50), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008.

ANEXO 4

LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO DEL AREA DE ESTUDIO



ANEXO 5

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía. 1

Ubicación de punto 3



Nota: Barrio bajo barranco y la Av. Carlos Belón

Fotografía. 2

Ubicación de punto 2



Nota: urbanización Puente Colonial sobre la Av. Moquegua

Fotografía. 3

Ubicación de punto 1



Nota: Jr. Cusco y Jr. Antonio Barrio Nuevo



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 13-06-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Cristian Love Jaliri

Dirección: Av. Costanera

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 7392 9967

Teléfono: 989771003 email: Cristian-Love.10@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil

Título o Grado Académico a optar: Ingeniería Civil

Asesor: Mgtr. Armando Yana Torres

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: Modelamiento Hidrológico para el Diseño

del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano de la

Ciudad de Lampa Región Puno Caseres

Palabras claves, (3 a 5 términos): Modelamiento Hidrológico, precipitación, caudal, drenaje

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ 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.

² 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: tecnología de la construcción

Firma de Autor



huella digital

13 de Junio de 2024

Fecha