

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SOFTWARES WATERCAD Y SWMM
PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

MILDRED GIANELLA LARA TINEO

ASESOR

HECTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

CHICLAYO, 2022

Índice

Resumen	3
Abstract.....	4
I. PLAN DE INVESTIGACIÓN	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	6
2.1.1. INTERNACIONALES	7
2.1.2. NACIONALES	7
2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICAS	8
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	9
3. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	9
3.2. VARIABLES - OPERACIONALIZACIÓN.....	9
3.3. OBJETIVO GENERAL	10
3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. DISEÑO METODOLÓGICO	10
4.2. POBLACIÓN, MESTRA DE ESTUDIO y MUESTREO	10
4.3. MÉTODOS, TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	11
4.4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS	11
5. REFERENCIAS	12
6. ANEXOS.....	13

Resumen

El presente proyecto de investigación consiste en realizar un análisis comparativo de los softwares Watercad y SWMM para el diseño del sistema de drenaje pluvial, para que de este modo elija cual software sería el más adecuado para el diseño del sistema de drenaje pluvial en la aplicación de mi tesis titulada “Diseño de pavimentación y el sistema de drenaje pluvial para los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón del Distrito Olmos, Lambayeque 2021”. El distrito de Olmos es un distrito altamente inundable según los estudios realizados por SENAMHI y necesitan lo más antes posible un óptimo diseño del sistema de drenaje pluvial; es así que, para poder elegir la alternativa de software más viable para los pueblos jóvenes del Distrito de Olmos, se realizará una revisión minuciosa de los documentos de investigación como tesis, guías, manuales y artículos.

Palabras clave: Inundación, Drenaje Pluvial, Investigación.

Abstract

This research project consists of analyzing the studies of the storm drainage system carried out in the department of Lambayeque, so that with this method I can design an adequate storm drainage system in the application of my thesis entitled "Design of paving and the system of rainwater drainage for the young towns of San Pedro, La Purísima and Cruz de Chalpón in the Olmos District, Lambayeque 2021". The department of Lambayeque is a highly flood-prone department according to the studies carried out by SENAMHI. In view of this, different drainage systems have been adopted in its districts; Thus, in order to choose the most viable and efficient alternative to the storm drainage system for the Olmos District, a thorough review of the research documents will be carried out.

Keywords: Flood, Storm Drain, Investigation.

I. PLAN DE INVESTIGACIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

A lo largo de nuestra historia, la presencia de los fenómenos naturales es el principal factor de destrucción en el Perú. El Fenómeno de “El Niño Costero 2017”, afectó gravemente la costa norte de nuestro país, siendo los departamentos más afectados: Tumbes, Piura y Lambayeque. Se perdieron valiosas vidas humanas, colapsaron las viviendas y se vieron afectados miles de familias. La magnitud de los impactos de las lluvias ha hecho que el “Fenómeno El Niño” se considere como el tercer fenómeno más intenso en los últimos cien años en el Perú y todo esto debido a que no existe un adecuado diseño del sistema de drenaje pluvial.

El distrito de Olmos, provincia y departamento de Lambayeque es considerado como una zona altamente inundable. Tras realizarse una evaluación de riesgo por inundación pluvial por parte de CENEPRED, se concluyó que el nivel de peligro es muy alto en el distrito relacionado a la inundación pluvial, sus niveles de vulnerabilidad son media, alta y muy alta y su nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo fue identificado como tolerable.

“Se señala que el distrito de Olmos se registraron 247 personas damnificadas, 5,449 personas afectadas, asimismo 60 viviendas colapsadas, 13 viviendas inhabitables, 2299 viviendas afectadas, 13 instituciones educativas afectadas y 1 establecimientos de salud afectados. Asimismo, se registraron daños a la infraestructura del sector transporte, 9.71 km caminos rurales afectados” [1]

Las lluvias en el distrito de Olmos han afectado varios pueblos jóvenes dentro de los cuales están los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón, los cuales ante la presencia de lluvias presentan inundaciones estancadas ocasionando un foco infeccioso para la población provocando enfermedades como amigdalitis aguda, infección intestinal, infección de vías urinarias, entre otros según el Centro de Salud del Distrito Olmos; y a su vez estas calles se vuelven intransitables para las personas y vehículos.

Ante esta problemática, se concluye que los pueblos jóvenes en estudio necesitan lo más antes posible un adecuado diseño del sistema de drenaje pluvial para evitar los problemas de inundación y a su vez brindar bienestar y seguridad a los pobladores. Por ello la presente tesina se basará en analizar cuál es el software óptimo y eficiente para realizar el diseño del sistema de drenaje pluvial.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el software más adecuado para realizar el diseño del sistema de drenaje pluvial para los habitantes de los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón del Distrito Olmos?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Justificación técnica: La presente investigación nos permitirá conocer cuál es el software óptimo para diseñar el sistema de drenaje pluvial para los pueblos jóvenes del distrito de Olmos en estudio.

Justificación social: La presente investigación busca encontrar un adecuado software para realizar un diseño del sistema de drenaje pluvial eficiente que pueda brindar una mejor calidad de vida de los pobladores y evitar los problemas de inundación que se generan durante la presencia de lluvias.

Justificación ambiental: La presente investigación es de gran importancia ya que con un adecuado diseño se contribuirá con el bienestar en la salud de los habitantes, pues evitará que las aguas producto de las lluvias se estanquen; eliminando los olores putrefactos que causan daños a la población.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Han realizado muchas investigaciones respecto al sistema de drenaje pluvial tanto a nivel internacional como nacional.

2.1.1. INTERNACIONALES

TESIS DE GRADO: SIMULACIÓN CONTINUA DE LUVIAS PARA EL SISTEMA DE DRENAJE. CHILE, 2014.

Compara y analiza un método basado en el uso del software Watercad para la simulación continua para el diseño de Sistemas de Drenaje Urbano de aguas lluvia, los cuales están evolucionando constantemente debido a la disponibilidad de softwares cada vez más poderosos y de más información acerca de las precipitaciones. [2]

TESIS DE GRADO: MODELACION Y EVALUACIÓN HIDRAULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL MUNICIPIO DE CHOCONTA – CUNDINAMARCA, MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE SWMM. BOGOTÁ, 2015.

La presente tesis tiene la finalidad de realizar una modelación y evaluación hidráulica mediante el uso del programa SWMM (Stormwater Management Model de las aguas pluviales en el municipio de Chocontá-Cundinamarca. [3]

2.1.2. NACIONALES

TESIS DE GRADO: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MODELO DE GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES DEL SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA. CAJAMARCA, 2017.

La finalidad de la investigación consistió en realizar un análisis del comportamiento del sector sur de la ciudad de Cajamarca ante la presencia de un evento pluvial mediante el software SWMM, esta simulación permitió analizar muchas variables como velocidad, tirantes, capacidad, caudales. [4]

TESIS DE GRADO: EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM. PUNO, 2016.

Con la finalidad de analizar la problemática existente se ha obtenido un nuevo diseño del proyecto a través del modelamiento con el software SWMM. [5]

TESIS DE GRADO: COMPARACIÓN DE ATRIBUTOS DEL SOFTWARE PYTHON CON WATERCAD, EN EL DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL EN EL CENTRO POBLADO DE SILVA- ACORIA. HUANCVELICA, 2018.

En este proyecto de tesis se realiza una comparación del software Watercad con Python, estos programas formativos se abordan los principales aspectos de la hidráulica aplicada en el diseño del sistema de drenaje pluvial del centro poblado de Silva del distrito de Acoria – Huancavelica. [6]

2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICAS

Autoridad Nacional del Agua - Ley de Recursos Hídricos N° 29338. Lima: Ministerio de Agricultura, 2009.

Tiene por finalidad regular el uso, gestión y bienes integrada del agua. [7]

Norma OS. 060: Drenaje Pluvial Urbano, Reglamento Nacional de Edificaciones 2006.

Establece los criterios generales de diseño a seguir en la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial urbano. [8]

Norma E.050: Suelos y Cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones 2006.

Establece las exigencias para la realización de Estudios de Mecánica de Suelos, Con el fin de garantizar la estabilidad y durabilidad de las obras y promover el uso racional de los recursos. [9]

Ley general del ambiente (LEY N.° 28611) (Perú: Ministerio del Ambiente)

Contiene las normas y principios que aseguran el eficiente desempeño de un ambiente sostenible. [10]

Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje

El manual técnico contiene un resumen sustancial sobre hidrología, hidráulica y drenaje, que servirá de guía y procedimiento para el diseño del drenaje. [11]

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. AGUAS PLUVIALES

Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener y alta contaminación atmosférica. [12]

2.3.2. DRENAJE

Se define como la acción de retirar el agua excesiva no utilizable del terreno.

2.3.3. SOFTWARE SWMM

Es un software de modelación gratuito y de cálculo abierto, además su algoritmo de cálculo es muy potente y permite generar análisis hidráulicos en cortos periodos de tiempo. [13]

2.3.4. SOFTWARE WATERCAD

Es un software utilizado para la modelación hidráulica de sistemas de distribución de agua. Su algoritmo de cálculo se basa en el método de gradiente hidráulico y se caracteriza porque posee módulos avanzados de interpretación de resultados y de gran facilidad de uso. [14]

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo con el estudio realizado se obtendrá la selección del software más adecuado para el diseño del sistema de drenaje pluvial para los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón del Distrito de Olmos.

3.2. VARIABLES - OPERACIONALIZACIÓN

- Variables independientes: Intensidad de lluvia, Topografía, Estudio de suelos.
- Variable dependiente: Caudal de diseño.

OPERACIONALIZACIÓN				
VARIABLE		INDICADOR	MEDICIÓN	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE	Intensidad de lluvia	Precipitación	mm	SENAHMI
	Topografía	Pendiente	%	Nivel topografico
	Estudio de suelos	Granulometría	%	Tamices
Limite de consistencia		Copa de Casagrande		
DEPENDIENTE	Caudal de diseño	Precipitación	mm	SENAHMI
		Area	m2	GPS

Tabla 1: Tabla de operacionalización

3.3. OBJETIVO GENERAL

- Analizar y comparar los softwares Watercad y SWMM para seleccionar el software más adecuado para el diseño del sistema de drenaje pluvial.

3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el software Watercad.
- Analizar el software SWMM.
- Realizar la comparación de los softwares Watercad y SWMM.
- Seleccionar el software más viable para el diseño del sistema de drenaje pluvial para los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Es una investigación de tipo descriptiva, pues consiste en la descripción de los softwares que se utilizan para el diseño de drenaje pluvial, con la finalidad de obtener un análisis comparativo y la selección del software más adecuado para los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón.

4.2. POBLACIÓN, MESTRA DE ESTUDIO y MUESTREO

Con respecto a la población y muestra, no cuenta con una en específica, ya que se basa en el estudio de dos tipos de softwares.

4.3. MÉTODOS, TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Análisis de documentos	Guías, tesis, manuales, reglamento.

Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1. Recolección de la información del software Watercad y SWMM.
2. Recolección de la información de las tesis realizadas respecto al tema de estudio.
3. Revisión de la normativa vigente.
4. Análisis de la información obtenida.
5. Realizar una comparación de los softwares Watercad y SMWMM.
6. Obtener como resultado el software más eficiente para el diseño del sistema de drenaje pluvial para los pueblos jóvenes San Pedro, La Purísima y Cruz de Chalpón del Distrito Olmos.

5. REFERENCIAS

- [1] INDECI, «Informe de emergencia en el distrito Olmos» Olmos, 2017.
- [2] C. Martínez, «Simulación continua de luvias para el sistema de drenaje», CHILE, 2014.
- [3] J. Muñoz, “Modelación y evaluación hidráulica del sistema de drenaje pluvial del municipio de Chocontá – Cundinamarca, mediante el uso del software SWMM”, BOGOTA, 2015.
- [4] E. Yáñez, “Evaluación del riesgo de inundación mediante modelo de gestión de aguas pluviales del sector sur de la ciudad de Cajamarca”, CAJAMARCA, 2017.
- [5] R. Quiroz, “Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM”, TUMÁN, 2013.
- [6] P. Rojas, “Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM”, PUNO, 2016.
- [7] Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua, Ley de Recursos Hídricos N°29338, Lima, 2009.
- [8] Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma OS.060. Drenaje Pluvial Urbano, LIMA, 2016.
- [9] Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.050. Suelos y Cimentaciones., LIMA, 2016.
- [10] Ministerio del Ambiente, Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Ley General del Ambiente N° 28611, LIMA, 2008.
- [11] Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, LIMA.
- [12] ANA, Autoridad Nacional del Agua, Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial, LIMA, 2016.
- [13] U. D. VALENCIA, «Manual de usuario SWMM,» PVAGUA, Bogotá, 2014.
- [14] D. d. acueductos, «Definición y estructuración de sistema de drenaje pluvial,» Bogotá, 2014.

6.2.PRESUPUESTO

PRESUPUESTO TOTAL					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Memoria USB de 32 Gb	Und	1	70	70	780
Papel Bond A4- 80gr	Millar	3	30	90	
Utiles de Escritorio	Global	1	200	200	
Disco (CD y/o DVD)	Und	10	2	20	
Libros y Manuales	Und	5	20	100	
Tintas de impresora (negra y color)	Und	5	60	300	
ALQUILER DE EQUIPOS Y/O ADQUISICION DE EQUIPOS MENORES					
Laptop portatil	Und	1	4500	4500	5300
Impresora	Und	1	800	800	
SERVICIO DE TERCEROS					
Anillados	Und	12	4	48	2208
Fotocopias	Und	1000	0.1	100	
Empastados	Und	4	25	100	
Servicio de celular	Mes	8	45	360	
Servicio de internet	Mes	8	100	800	
Energia electrica	Mes	8	100	800	
PRESUPUESTO TOTAL					S/8,288.00

Tabla 4: Presupuesto total

6.3.FINANCIAMIENTO

A) RECURSOS PROPIOS

PRESUPUESTO DE RECURSOS PROPIOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Memoria USB de 32 Gb	Und	1	70	70	590
Utiles de Escritorio	Global	1	200	200	
Disco (CD y/o DVD)	Und	10	2	20	
Tintas de impresora (negra y color)	Und	5	60	300	
ALQUILER DE EQUIPOS Y/O ADQUISICION DE EQUIPOS MENORES					
Laptop portatil	Und	1	4500	4500	5300
Impresora	Und	1	800	800	
SERVICIO DE TERCEROS					
Servicio de internet	Mes	8	100	800	1600
Energia electrica	Mes	8	100	800	
PRESUPUESTO DE RECURSOS PROPIOS TOTAL					S/7,490.00

Tabla 5: Recursos propios

B) AUTOFINANCIAMIENTO

PRESUPUESTO DE AUTOFINANCIAMIENTO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Papel Bond A4- 80gr	Millar	3	30	90	190
Libros y Manuales	Und	5	20	100	
SERVICIO DE TERCEROS					
Anillados	Und	12	4	48	608
Fotocopias	Und	1000	0.1	100	
Empastados	Und	4	25	100	
Servicio de celular	Mes	8	45	360	
PRESUPUESTO TOTAL					S/798.00

Tabla 6: Autofinanciamiento