



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Modelamiento hidráulico de la quebrada León Dormido, tramo 0+000km – 9+600km,
sector El Milagro, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chavarría Cabanillas, Antony Clinton (ORCID: 0000-0002-8857-6551)

Vargas Jave, Karen Thalía (ORCID: 0000-0002-2845-9740)

ASESORES:

Mg. Rodríguez Beltrán, Eduar José (ORCID: 0000-0002-9289-9732)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento.

Trujillo-Perú

2020

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, que con su amor y su apoyo hicieron que no retroceda en el camino hacia mis metas.

A mis hermanos y sobrina, que siempre han tenido muestras de apoyo incondicional y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para lograr mis objetivos.

A.C.C.C.

La presente tesis se la dedico a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy. A mis padres Rosa y Yonne por sus consejos, valores y su amor infinito, permitieron que sea una persona de bien. A mis abuelitos Eugenia y Luis, por su inmenso cariño, apoyo moral y entusiasmo incondicional para seguir adelante con mis propósitos. A mis hermanos Helder y Leiner, por siempre apoyarme y brindarme alegría en mi vida.

K.T.V.J.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ayudarnos a tomar las mejores decisiones a lo largo de nuestra vida, por darnos fuerzas para enfrentar los momentos difíciles durante la etapa universitaria. A nuestros padres por depositar confianza y darnos la oportunidad de tener una carrera universitaria.

Agradecemos al Ing. Rodríguez Beltrán Eduar José por brindarnos su apoyo durante el desarrollo de este proyecto, a los arquitectos César Sánchez Vásquez y Orlando Sánchez Mozanapón por la información brindada. Al Ing. Juan Carlos Rodríguez Aguilar por su ayuda incondicional durante el desarrollo de este proyecto de investigación y un agradecimiento especial para todos nuestros docentes universitarios que compartieron sus conocimientos y experiencias a lo largo de nuestra etapa formativa.

LOS AUTORES.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MÉTODO	25
2.1. Tipo y diseño de investigación	25
2.2. Población, muestra y muestreo.	27
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	28
2.4. Procedimiento	28
2.5. Método de análisis de datos	29
2.6. Aspectos éticos	29
III. RESULTADOS	30
3.1. Levantamiento topográfico	30
3.1.1. Generalidades	30
3.1.2. Objetivo	30
3.1.3. Ubicación	30
3.1.4. Reconocimiento del área de estudio	31
3.1.5. Metodología de trabajo	31
3.1.5.1. Softwares de apoyo	31
3.1.6. Procedimiento - Levantamiento topográfico de la zona en estudio	32
3.2. Estudio hidrológico	43
3.2.1. Parámetros Geomorfológicos	43
3.2.1.1. Generalidades	43
3.2.1.2. Objetivo del estudio	43
3.2.1.3. Ubicación de la microcuenca León Dormido	43
3.2.1.4. Principales características	45
3.2.1.5. Parámetros geomorfológicos de la microcuenca León Dormido	46
3.2.2. Análisis hidrológico de la microcuenca León Dormido	58
3.2.2.1. Generalidades	58

3.2.2.2.	Objetivo del estudio.....	59
3.2.2.3.	Información pluviométrica.....	59
3.2.2.4.	Precipitaciones máximas en 24 horas	59
3.2.2.5.	Análisis estadísticos de datos hidrológicos	63
3.2.2.6.	Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia	75
3.2.2.7.	Cálculo de caudales	82
3.3.	Modelamiento hidráulico.....	85
3.3.1.	Generalidades	85
3.3.2.	Objetivo	85
3.3.3.	Características del tramo en estudio	85
3.3.3.1.	Ubicación.....	85
3.3.3.2.	Temperatura y precipitación promedia mensual	86
3.3.3.3.	Población.....	86
3.3.3.4.	Antecedentes	87
3.3.4.	Software de apoyo	91
3.3.5.	Procedimiento	92
3.3.6.	Modelamiento hidráulico de la quebrada León Dormido	101
3.3.7.	Identificación de zonas inundables	101
V.	CONCLUSIONES.....	119
VI.	RECOMENDACIONES	120
	REFERENCIAS	121
	ANEXOS	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	26
Tabla 2:Cuenca y tributarios del río Moche.	44
Tabla 3: Principales características de las microcuencas.	45
Tabla 4: Área entre curvas de nivel - microcuenca León Dormido.....	47
Tabla 5: Cálculos para obtener la curva hipsométrica y frecuencia de altitudes.....	47
Tabla 6: Cálculo de elevación media.....	50
Tabla 7: Forma de la cuenca según el índice de Gravelius.	51
Tabla 8: Longitudes de los lados menores.	53
Tabla 9: Áreas y longitudes parciales del rectángulo equivalente.....	54
Tabla 10: Datos para obtener el perfil longitudinal.....	56
Tabla 11: Datos de estación meteorológica.....	59
Tabla 12: Precipitaciones máximas en 24 horas.....	60
Tabla 13: Precipitaciones máximas anuales 24hrs (mm).	61
Tabla 14: Resultados de la longitud de registro – Estación CORPAC.....	63
Tabla 15: Valores de Kn para la prueba de datos dudosos.....	65
Tabla 16: Prueba de datos dudosos.	65
Tabla 17: Resultados de probabilidades.	74
Tabla 18: Prueba de bondad de ajuste de las distribuciones de probabilidad.....	74
Tabla 19: Resultados de la función Log Normal 2 parámetros.	75
Tabla 20: Lluvia máxima en función del periodo de retorno.	76
Tabla 21: Intensidades máximas (mm/hr) para diferente duración y tiempo de retorno.....	77
Tabla 22: Logaritmos de Intensidad, Tiempo de retorno y Duración.	78
Tabla 23: Intensidades máximas (mm/hr), calculadas a partir del modelo ajustado de la estación CORPAC.	81
Tabla 24: Coeficientes de escorrentía.....	82
Tabla 25: Intensidades máximas.....	84
Tabla 26: Caudal de aporte para los periodos de retorno de 10, 25,50 y 100 años.	84
Tabla 27: Ubicación geográfica del distrito Huanchaco.	85
Tabla 28: Ubicación geográfica del sector El Milagro.....	86

Tabla 29: Temperatura promedio – Huanchaco	86
Tabla 30: Superficie poblacional y distrital - provincia de Trujillo.	87
Tabla 31: Reportes de Emergencias de INDECI de la provincia de Trujillo.	88
Tabla 32: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 10 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	103
Tabla 33: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 10 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	105
Tabla 34: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 25 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	107
Tabla 35: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 25 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	109
Tabla 36: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 50 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	111
Tabla 37: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 50 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	113
Tabla 38: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 100 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	115
Tabla 39: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 100 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tramo de estudio del proyecto de investigación 0+000km - 9+600km.....	31
Figura 2: Programa Google Earth.....	32
Figura 3: Configuración a coordenadas UTM en Google Earth.....	32
Figura 4: Creación de la ruta de la quebrada León Dormido.	33
Figura 5: Ubicación de los puntos inicio y fin.....	33
Figura 6: Guardado de ruta en archivo kmz.	34
Figura 7: Software Global Mapper.....	34
Figura 8: Configuración de software Global Mapper.....	35
Figura 9: Importación del archivo KMZ al software Global Mapper.	35
Figura 10: Ruta de la quebrada León Dormido importada a Global Mapper.....	36
Figura 11: Información satelital de las elevaciones existentes en el tramo de estudio.	36
Figura 12: Curvas de nivel generadas en el software Global Mapper.....	37
Figura 13: Exportación de información del software Global Mapper a archivo DWG.	37
Figura 14: Software Civil 3D.	38
Figura 15: Curvas de nivel del área de estudio.....	38
Figura 16: Creación de superficie de la quebrada León Dormido.....	39
Figura 17: Creación de alineación de la ruta de la quebrada León Dormido.	39
Figura 18: Creación de líneas de muestreo - intervalo P.K.....	40
Figura 19: Líneas de muestreo con sus respectivas progresivas.	40
Figura 20: Creación de las secciones transversales.	41
Figura 21: Secciones transversales de la quebrada León Dormido.	41
Figura 22: Creación del perfil longitudinal de la quebrada León Dormido.	42
Figura 23: Perfil longitudinal de la quebrada León Dormido.	42
Figura 24: Ubicación geográfica de la provincia de Trujillo.....	44
Figura 25: Ubicación de la microcuenca León Dormido - Trujillo.....	45
Figura 26: Microcuenca León Dormido con sus curvas de nivel.....	46
Figura 27: Curva hipsométrica de la microcuenca León Dormido.	48
Figura 28: Curva de frecuencia de altitudes - microcuenca León Dormido.....	49
Figura 29: Altitud media demostrado gráficamente.....	50
Figura 30: Rectángulo equivalente de la microcuenca León Dormido.	54

Figura 31: Cauce principal con sus respectivas curvas de nivel – microcuenca León Dormido.....	56
Figura 32: Perfil longitudinal del cauce principal.	57
Figura 33: Orden de las corrientes - microcuenca León Dormido.	58
Figura 34: Precipitaciones mensuales promedio (mm) 1977 - 2017.	61
Figura 35: Hidrograma de registros anuales (Periodo 1977 - 2017).	62
Figura 36: Ajuste para una serie de datos a la distribución Normal.....	67
Figura 37: Ajuste de una serie de datos a la distribución Log Normal 2 parámetros.....	68
Figura 38: Ajuste de una serie de datos a la distribución Log Normal 3 parámetros.....	69
Figura 39: Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma 2 parámetros.....	70
Figura 40: Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma 3 parámetros.....	71
Figura 41: Ajuste de una serie de datos a una distribución Gumbel.	72
Figura 42: Ajuste de una serie de datos a una distribución Log Gumbel.....	73
Figura 43: Procedimiento para cálculo de regresión lineal.	79
Figura 44: Establecimiento de rangos para el cálculo de regresión lineal.....	79
Figura 45: Valores de a_0 , a_1 y a_2 , obtenidos a partir del análisis de regresión lineal en Ms. Excel.	80
Figura 46: Curvas IDF – microcuenca León Dormido.....	81
Figura 47: Software HEC – RAS.	92
Figura 48: Menú de inicio del proyecto – quebrada León Dormido.	92
Figura 49: Importación de geometría del área de estudio – 1° paso.....	93
Figura 50: Importación de geometría del área de estudio – 2° paso.....	93
Figura 51: Configuración a Sistema Internacional.	94
Figura 52: Área de estudio guardado en HEC- RAS.....	94
Figura 53: Creación de secciones en HEC - RAS.	95
Figura 54: Filtración de secciones.	95
Figura 55: Secciones del tramo en estudio.	96
Figura 56: Filtración de puntos- 1° paso.....	96
Figura 57: Filtración de puntos - 2° paso.....	97
Figura 58: Configuración de valor de Manning.	97
Figura 59: Valores de Manning.	98
Figura 60: Configuración de caudales según el periodo de retorno.	98
Figura 61: Simulación HEC - RAS, 1° paso.....	99

Figura 62: Simulación en HEC - RAS, 2º paso.....	99
Figura 63: Generación de zonas de encharcamiento o inundación.	100
Figura 64: Software ArcMap 10.5	100
Figura 65: Modelo de inundación de la quebrada León Dormido.....	101
Figura 66: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 10 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).....	102
Figura 67: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 10 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	103
Figura 68: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 10 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	104
Figura 69: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 10 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	105
Figura 70: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 25 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).....	106
Figura 71: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 25 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	107
Figura 72: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 25 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	108
Figura 73: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 25 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	109
Figura 74: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 50 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).....	110
Figura 75: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 50 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	111
Figura 76: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 50 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	112
Figura 77: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 50 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	113
Figura 78: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 100 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).....	114
Figura 79: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 100 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	115

Figura 80: Zonas urbanas inundadas por exposición a peligro de inundación para un periodo de retorno de 100 años – El Milagro (Quebrada León Dormido).	116
Figura 81: Porcentaje de área inundable para un periodo de retorno de 100 años – Huanchaco (Quebrada León Dormido).	117

RESUMEN

El presente proyecto de investigación fue desarrollado con la finalidad de realizar el modelamiento hidráulico de la quebrada León Dormido, tramo 0+000 km – 9+600 km, sector El Milagro, provincia de Trujillo, departamento La Libertad. Teniendo como punto de partida la desembocadura al mar – Huanchaco y como punto final en la Av. Miguel Grau – sector El Milagro, se tuvo en cuenta como diseño el método no experimental, teniendo como tipo de investigación descriptiva. Se realizó el levantamiento topográfico con el fin de determinar la geometría del tramo en estudio. Se determinó los parámetros hidrológicos e hidráulicos, el cual abarcó el estudio de la microcuenca León Dormido en donde se determinó los parámetros geomorfológicos, la microcuenca cuenta con un área de 135.071 km², un perímetro de 55.30 km, una pendiente de 9.67% y con un orden de corrientes de 4° orden. Los caudales máximos de aporte de la microcuenca en estudio se calcularon teniendo como punto de partida la serie histórica de precipitaciones máximas (1977-2017) proporcionados por la estación CORPAC, obteniendo como resultado que el caudal de aporte es de 90.492 m³/s, 100.180 m³/s, 108.192 m³/s y 116.845 m³/s para un periodo de retorno de 10, 25, 50 y 100 años respectivamente. Se realizó el modelamiento hidráulico utilizando los softwares HEC-RAS y ArcMap (interfaz ArcGis) donde se importó la geometría del tramo en estudio y caudales máximos de aporte para cada periodo de retorno trabajado. En base a los resultados se determinó las zonas urbanas inundables por exposición a peligro de inundación, siendo los sectores como María del Socorro, Las Lomas, Huanchaco Tradicional, El Tablazo, Nuevo Horizonte, Aeropuerto FAP, Los Huertos, Virgen del Socorro, Sol Naciente II y El Milagro.

Palabras clave: Zonas urbanas inundables, modelamiento hidráulico de quebrada, León Dormido.

ABSTRACT

This research project was developed with the purpose of carrying out the hydraulic modeling of the León Dormido stream, section 0 + 000 km - 9 + 600 km, El Milagro sector, Trujillo province, La Libertad department. Taking as its starting point the mouth of the sea - Huanchaco and as an end point in the Miguel Grau Avenue - El Milagro sector, the non-experimental method was taken into account as a design, having as a type of descriptive research. The topographic survey was carried out in order to determine the geometry of the section under study. The hydrological and hydraulic parameters were determined, which covered the study of the LEÓN Dormido microbasin where the geomorphological parameters were determined, the microbasin has an area of 135,071 km², a perimeter of 55.30 km, a slope of 9.67% and with a order of currents of 4th order. The maximum flow rates of the microbasin under study were calculated based on the historical series of maximum rainfall (1977-2017) provided by the CORPAC station, obtaining as a result that the contribution flow is 90,492 m³ / s, 100,180 m³ / s, 108,192 m³ / s and 116,845 m³ / s for a return period of 10, 25, 50 and 100 years respectively. Hydraulic modeling was performed using the HEC-RAS and ArcMap software (ArcGis interface) where the geometry of the section under study and maximum flow rates for each return period worked were imported. Based on the results, the floodable urban areas were determined by exposure to flood hazard, with sectors such as María del Socorro, Las Lomas, Huanchaco Tradicional, El Tablazo, Nuevo Horizonte, Aeropuerto FAP, Los Huertos, Virgen del Socorro, Sol Naciente II and El Milagro.

Keywords: Flood urban areas, hydraulic gouging modeling, León Dormido.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional / Programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Trujillo, asesor (a) de la Tesis titulada:


““MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA LEÓN DORMIDO, TRAMO 0+000KM - 9+600KM, SECTOR EL MILAGRO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD””

del (los) autor (autores) CHAVARRIA CABANILLAS ANTONY CLINTON Y VARGAS JAVE KAREN THALIA , constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 21 de Julio del 2020

Farfán Córdova, Marlon Gastón	
DNI: 03371691	Firma 
ORCID: 0000-0001-9295-5557	