



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Orocullay y Sector Alto de la Yeguada, distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco – La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

AUTOR:

RODRIGUEZ CASTILLO, YORBI EBER

ASESOR:

ING. JUAN HUMBERTO CASTILLO CHAVEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

TRUJILLO – PERÚ

2018

Página del jurado

Ing. Hilbe Santo Rojas Salazar

Presidente

Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova

Secretario

Ing. Juan Humberto Castillo Chávez

Vocal

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios y a la virgen de la puerta, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil.

A mi madre, hermanas y mi familia, quienes desde un principio me brindaron su apoyo incondicional referente a mi educación y salud. Por lo cual a todos ellos agradezco desde el fondo de mi corazón, para todos ellos hago esta dedicatoria.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios y la virgen de la puerta, porque gracias a su bendición y apoyo espiritual, hoy en día tengo un cuerpo sano y una mente de bien.

A mi querida madre por darme la vida, por estar a mi lado en los buenos y malos momentos y sobre todo por hacerme una persona de bien.

A mis queridas hermanas y familia por su apoyo incondicional durante esta etapa de desarrollo profesional, lo cual con sus consejos y ejemplos permitieron que este sueño de ser ingeniero civil sea posible.

A la Universidad Cesar Vallejo, la que nos albergó durante este tiempo de estudio y permitió que logremos una más de nuestras metas.

A mi asesor Ing. Juan Humberto Castillo Chávez, por sus consejos, orientación, amistad y apoyo durante nuestros estudios y elaboración de esta tesis.

Asimismo, agradezco infinitamente a las personas que contribuyeron de manera tácita para la realización de esta tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Yorbi Eber Rodríguez Castillo, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado(a) con DNI 70185824, con la tesis titulada “Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Orocullay y sector alto de la Yeguada, distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco – La Libertad”.

Declaro bajo juramento que:

La tesis es de mi autoría.

3) Declaro que la tesis para evaluación no ha sido plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

4) La investigación presentada son con resultados reales, lo cual no han sido falseados, ni copiados, ni duplicados y por tanto los resultados que presentan en la presente tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada, teniendo en cuenta la originalidad del autor.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Julio 2018

Rodríguez Castillo, Yorbi Eber

DNI 70185824

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Orocullay y sector alto de la Yeguada, distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco – La Libertad”, con la finalidad de determinar las características que debe presentar el diseño geométrico del canal perteneciente a la zona de estudio en concordancia con el manual de la Autoridad Nacional del agua, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título de profesional de Ingeniero Civil. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Rodríguez Castillo, Yorbi Eber

DNI 70185824

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
I. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Realidad problemática.....	18
1.1.1. Aspectos generales	22
1.1.1.1. Ubicación política.....	22
1.1.1.2. Ubicación geográfica.....	24
1.1.1.3. Límites.....	24
1.1.1.4. Extensión.....	24
1.1.1.5. Topografía.....	25
1.1.1.6. Clima.....	25
1.1.1.7. Altitud.....	25
1.1.2. Aspectos Demográficos, sociales y económicos.....	25
1.1.2.1. Población.....	25
1.1.2.2. Vías de acceso.....	26
1.1.2.3. Servicios públicos y existentes.....	26
1.1.2.3.1. Servicio de salud.....	26
1.1.2.3.2. Servicio educativo.....	26
1.1.2.4. Servicio de agua potable y saneamiento rural.....	27
1.1.2.4.1. Agua potable.....	27
1.1.2.4.2. Saneamiento básico rural	27
1.1.2.5. Servicios de energía eléctrica.....	27
1.2. Trabajos previos.....	28

1.3.	Teorías relacionadas al tema	33
1.3.1.	Área de riego.....	33
1.3.2.	Levantamiento topográfico.....	33
1.3.3.	Estudio de mecánica de suelos.....	33
1.3.4.	Estudio hidrológico.....	34
1.3.5.	Captaciones.....	35
1.3.5.1.	Definición	35
1.3.5.2.	Ubicación	37
1.3.5.3.	Clasificación	37
1.3.6.	Criterios de diseño.....	37
1.3.6.1.	Generalidades	37
1.3.6.2.	Canales de riego por su función	37
1.3.6.3.	Elementos básicos en el diseño de canales	38
1.3.7.	Impacto ambiental	41
1.4.	Formulación del problema	45
1.5.	Justificación del estudio.....	46
1.6.	Hipótesis	46
1.7.	Objetivos.....	46
1.7.1.	Objetivo general	46
1.7.2.	Objetivos específicos	46
II.	MÉTODO	46
2.1.	Diseño de investigación	46
2.2.	Variables, Operacionalización	46
2.2.1.	Variable	46
2.2.2.	Operacionalización de variables	47
2.3.	Población y muestra	45
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
2.4.1.	Técnicas.....	49
2.4.2.	Instrumentos.....	49
2.4.3.	Valides y confiabilidad.....	49
2.5.	Métodos de análisis de datos	50
2.6.	Aspectos éticos	51

III.RESULTADOS	52
3.1. Estudio topográfico	52
3.1.1. Generalidades	52
3.1.2. Objetivos.....	52
3.1.3. Ubicación.....	52
3.1.4. Reconocimiento de terreno.....	53
3.1.5. Redes de apoyo	53
3.1.5.1. Redes de apoyo planimetrico.....	53
3.1.5.2. Redes de apoyo altimétrico o circuito de nivelación.....	53
3.1.5.3. Métodos de nivelación	53
3.1.6. Metodología de trabajo.....	54
3.1.6.1. Preparación y organización	54
3.1.6.2. Ajuste de instrumentos.....	54
3.1.7. Trabajo de campo	54
3.1.7.1. Cuadrilla topográfica	55
3.1.7.2. Equipos topográficos.....	55
3.1.7.3. Georreferenciación del levantamiento topográfico	55
3.1.7.4. Radiación de puntos.....	55
3.1.8. Trabajo en gabinete	56
3.2. Estudios de suelos	58
3.2.1. Generalidades	58
3.2.2. Objetivos	58
3.2.3. Descripción del proyecto.....	58
3.2.4. Descripción de trabajo.....	59
3.2.4.1. Sismicidad.....	59
3.2.4.2. Trabajo de campo.....	61
3.2.4.2.1. Excavaciones	61
3.2.4.2.2. Toma y transporte de muestra.....	61
3.2.4.3. Trabajo laboratorio	61
3.2.4.3.1. Análisis granulométrico.....	62
3.2.4.3.2. Contenido de humedad.....	62
3.2.4.3.3. Límite de atterberg	63
3.2.4.4. Análisis de resultados de laboratorio	64

3.3.	Estudio de cantera	74
3.3.1.	Generalidades	74
3.3.2.	Identificación de cantera.....	74
3.4.	Estudio hidrológico	76
3.4.1.	Generalidades	76
3.4.2.	Objetivo del estudio.....	76
3.4.3.	Recursos hídricos.....	77
3.4.4.	Características fisiográficas.....	78
3.4.4.1.	Geomorfología	78
3.4.4.1.1.	Aspectos generales.....	78
3.4.4.1.2.	Parámetros geomorfológicos	78
3.4.4.1.3.	Parámetros de relieve.....	80
3.4.4.1.4.	Parámetros de la red hidrográfica.....	81
3.4.4.1.5.	Resultados de resultados geomorfológicos	84
3.4.5.	Información hidrometeoro lógica.....	85
3.4.5.1.	Pluviosidad	85
3.4.5.2.	Temperatura	86
3.4.5.3.	Humedad relativa	93
3.4.5.4.	Evaporización	95
3.4.5.4.1.	Evo transpiración	95
3.4.6.	Evaluación pluviométrica	97
3.4.6.1.	Red de estaciones pluviométrica	97
3.4.6.2.	Relación de precipitación – altitud	97
3.4.6.3.	Precipitación media cuenca	103
3.4.6.4.	Precipitación mensual generada.....	103
3.4.6.5.	Calculo de la demanda de agua.....	103
3.4.6.6.	Cedulo de cultivos	104
3.4.6.7.	Volumen ofertado del proyecto.....	107
3.4.7.	Balance hídrico	110
3.4.8.	Estimación de caudales máximos.....	112
3.5.	Diseño hidráulico y estructural de las estructuras hidráulicas.....	113
3.5.1.	Captaciones	113
3.5.1.1.	Barraje tipo fijo.....	113
3.5.1.2.	Criterios de diseño hidráulico.....	114

3.5.1.2.1.	Diseño hidráulico de la primera captación	114
3.5.1.2.2.	Diseño hidráulico de la segunda captación, tercera y cuarta captación	118
3.5.1.3.	Criterios de diseño estructural	122
3.5.1.4.	Planteamiento, análisis y diseño estructural.....	122
3.5.1.5.	Normas utilizadas en el diseño estructural.....	122
3.5.1.6.	Calculo estructural de elementos.....	123
3.5.2.	Desarenadores	128
3.5.2.1.	Criterios de diseño estructural	128
3.5.2.1.1.	Diseño hidráulico del primer desarenador	128
3.5.2.1.2.	Diseño hidráulico del segundo desarenador.....	130
3.5.2.1.3.	Diseño hidráulico del tercer y cuarto desarenador.....	135
3.5.2.2.	Criterios de diseño estructural	137
3.5.2.2.1.	Planteamiento, análisis y diseño estructural	137
3.5.2.2.2.	Normas utilizadas en el diseño estructural	137
3.5.2.2.3.	Calculo estructural del desarenador N°1.....	138
3.5.2.2.4.	Calculo estructural del desarenador N° 2.....	140.
3.5.2.2.5.	Calculo estructural del desarenador N° 3 y N° 4.....	142
3.5.3.	Diseño del canal revestido	144
3.5.3.1.	Criterios de diseño hidráulico.....	148
3.5.3.1.1.	Calculo hidráulico de canal principal	148
3.5.3.1.2.	Calculo hidráulico de canales secundarios.....	150
3.5.3.2.	Criterios de diseño estructural	153
3.5.3.2.1.	Diseño estructural de canal principal	153
3.5.4.	Diseño de caídas verticales	156
3.5.4.1.	Criterios de diseño hidráulico.....	157
3.5.4.2.	Criterios de diseño estructural	163
3.5.5.	Canal con tubería	166
3.5.5.1.	Criterios de diseño.....	166
3.5.5.1.1.	Diseño de línea de conducción	166
3.5.5.1.2.	Diseño de estructuras complementarias	169
3.5.6.	Pase aéreo	171
3.5.6.1.	Calculo y diseño de pase aéreo	171
3.5.7.	Diseño de tomas laterales.....	174

3.5.7.1.	Diseño hidráulico.....	174
3.5.7.2.	Diseño estructural	174
3.6.	Estudio de impacto ambiental	178
3.6.1.	Generalidades.....	178.
3.6.2.	Marco legal e institucional.....	178
3.6.2.1.1.	Normatividad especificada	179
3.6.2.1.2.	Normatividad internacional	179
3.6.2.1.3.	Marco institucional	179
3.6.3.	Descripción técnica del proyecto.....	180
3.6.4.	Descripción de influencia ambiental de proyecto.....	180
3.6.5.	Línea base ambiental	180
3.6.6.	Ambiente de interés humano.....	181
3.6.7.	Identificación y evaluación de impactos ambientales	181
3.6.7.1.1.	Metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales	181
3.6.7.1.2.	Matriz de interacción causa – efecto.....	181
3.7.	Costos y presupuestos	182
3.7.1.	Resumen de metrados	182
3.7.2.	Presupuesto general	188
3.7.3.	Desagradado de gastos generales	197
3.7.4.	Análisis de costos unitarios	200

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1:	Ubicación política	21
CUADRO 2:	Ubicación de los sectores.....	24
CUADRO 3:	Población de distritos de la provincia de Santiago de chuco.....	25
CUADRO 4:	Distancias de las vías de acceso al distrito de mollepata.....	26
CUADRO 5:	Radios mínimos en función al Caudal de agua del canal.....	39
CUADRO 6:	Radios mínimos de canales abiertos para $Q < 20 \text{m}^3/\text{s}$	39
CUADRO 7:	Radio Mínimo de Canales Abiertos en Función al Espejo de Agua.....	39
CUADRO 8:	Nombres de elementos de curva.....	40
CUADRO 9:	Valores de rugosidad “n” de Maning.....	41
CUADRO 10:	Taludes apropiados para distintos tipos de material.....	42
CUADRO 11:	Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia.....	43
CUADRO 12:	Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación.....	43
CUADRO 13:	Coordenada del punto de referencia.....	55

CUADRO 14: Puntos fijos de radiación (BMS).....	56
CUADRO 15: Relación de las estaciones que a la misma vez son los (BMS).....	57
CUADRO 16: Parámetros sismo resistentes del proyecto.....	60
CUADRO 17: Orden de Numeración y abertura de tamices.....	62
CUADRO 18: Análisis granulométrico por tamizado.....	64
CUADRO 19: Porcentaje de humedad y Factor de límites.....	64
CUADRO 20: Clasificación SUSC Y AASHTO.....	65
CUADRO 21: Peso unitario seco promedio (gr/cm3).....	65
CUADRO 22: Factores de carga y capacidad de carga.....	65
CUADRO 23: Análisis granulométrico por tamizado.....	66
CUADRO 24: Porcentaje de humedad y Factor de límites.....	67
CUADRO 25: Clasificación SUSC Y AASHTO.....	67
CUADRO 26: Análisis granulométrico por tamizado.....	67
CUADRO 27: Porcentaje de humedad y Factor de límites.....	68
CUADRO 28: Clasificación SUSC Y AASHTO.....	68
CUADRO 29: Análisis granulométrico por tamizado.....	69
CUADRO 30: Porcentaje de humedad y Factor de límites.....	69
CUADRO 31: Clasificación SUSC Y AASHTO.....	70
CUADRO 32: Análisis granulométrico por tamizado.....	70
CUADRO 33: Porcentaje de humedad y Factor de límites.....	71
CUADRO 34: Clasificación SUSC Y AASHTO.....	71
CUADRO 35: Peso unitario seco promedio (gr/cm3).....	71
CUADRO 36: Factores de carga y capacidad de carga.....	72
CUADRO 37: Resumen de ensayos	73
CUADRO 38: Resultados de estudios de cantera.....	75
CUADRO 39: Unidades Hidrográficas y rangos.....	77
CUADRO 40: Unidades hidrográficas identificadas en el área de estudio.....	77
CUADRO 41: Altitud media de la cuenca huayoy.....	81
CUADRO 42: Cáculo de pendiente media de la cuenca huayoy.....	84
CUADRO 42: Calculo del tiempo de concentración de la cuenca Huayoy.....	84
CUADRO 44: Resumen de parámetros geomorfológicos de la cuenca huayoy.....	87
CUADRO 45: Estación Meteorológica Angasmarca.....	88
CUADRO 46: Estación Meteorológica Angasmarca.....	89
CUADRO 47: Estación Meteorológica Santiago de Chuco.....	90

CUADRO 48: Estación Meteorológica Santiago de Chuco.....	91
CUADRO 49: Estación Meteorológica Huamachuco.....	92
CUADRO 50: Estación Meteorológica Huamachuco.....	93
CUADRO 51: Estación Meteorológica Angasmarca.....	94
CUADRO 52: Estación Meteorológica Santiago de Chuco.....	96
CUADRO 53: Calculo de la evapotranspiración.....	98
CUADRO 54: Estación Meteorológica Angasmarca.....	99
CUADRO 55: Estación Meteorológica Santiago de Chuco.....	100
CUADRO 56: Estación Meteorológica Huamachuco.....	101
CUADRO 57: Promedio de las estaciones de Angasmarca, Santiago de Chuco y Huamachuco.....	102
CUADRO 58: Altitud de las estaciones de Angasmarca, Santiago de Chuco y Huamachuco.....	102
CUADRO 59: Precipitación Media Anual.....	104
CUADRO 60: Coeficientes Kc.....	104
CUADRO 61: Coeficientes Kc de los cultivos del distrito de mollepata.....	105
CUADRO 62: Calendario de cultivos actuales.....	106
CUADRO 63: Relación de Kc y el área total cultivado por mes.....	107
CUADRO 64: Volumen Requerido del proyecto.....	108
CUADRO 65: Volumen ofertado del proyecto.....	109
CUADRO 66: Balance oferta- demanda con proyecto.....	110
CUADRO 67: caudal máximo de diseño.....	113
CUADRO 68: Datos para el diseño estructural de barraje.....	123
CUADRO 69: Datos de Entrada.....	125
CUADRO 70: Interacciones Calculo Acero.....	127
CUADRO 71: Distribución Acero Refuerzo.....	127
CUADRO 72: Distribución Acero Refuerzo.....	138
CUADRO 73: Calculo de momentos de diseño.....	142
CUADRO 74: Calculo de momentos de diseño.....	145
CUADRO 75: valores de borde según el caudal.....	146
CUADRO 76: Radios mínimos en función al Caudal de agua del canal.....	148
CUADRO 77: Calculo de elementos de la sección rectangular en diferentes tramos.....	149
CUADRO 78: Resumen de secciones del canal rectangular en diferentes tramos.....	150
CUADRO 79: Ancho de solera en función al Caudal 0.15m ³ /seg.....	151

CUADRO 80 : Borde libre en función al caudal 0.15 m ³ /seg.....	153
CUADRO 81: Datos para el diseño estructural del canal principal.....	155
CUADRO 82: Datos para el diseño estructural del canal principal.....	155
CUADRO 83: ubicación de caídas verticales.....	156
CUADRO 84: Datos de agua arriba y agua debajo de canal.....	157
CUADRO 85: Parámetros hidráulicos de aguas arriba y abajo.....	158
CUADRO 86: Momentos actuantes.....	165
CUADRO 87: Diseño hidráulica y características geométricas	168
CUADRO 88: Datos generales para el diseño de la péndola y cable principal.....	171
CUADRO 89: Metrado de cargas.....	171
CUADRO 90: Datos para diseño de abrazaderas.....	172
CUADRO 91: Datos para diseño de abrazaderas.....	172
CUADRO 92: Datos para el diseño hidráulico de toma lateral.....	174
CUADRO 93: Cuadro de resultados de toma lateral.....	176

RESUMEN

El proyecto denominado “Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Orocullay y sector alto de la Yeguada, distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco – La Libertad”, tiene como objetivo determinar los criterios técnicos para el diseño del mejoramiento y ampliación del canal de irrigación, es por este motivo que se buscó diseñar principalmente cuatro captaciones que se encuentran en muy mal estado, siendo captadas de una manera inadecuada mediante piedras. Dos de las captaciones principales pertenecen al río Huayoy y las dos captaciones secundarias pertenecen a la quebrada purpuro y la soledad. Por otro lado, se buscó diseñar una línea de conducción con cámaras de inspección y cámaras rompe presión para la primera captación que se encuentra a 3843.23 msnm, en donde existe una fuerte pendiente de 35%. En la segunda captación el agua se deriva por un canal de concreto amado de 0.60x0.50 m, lo cual en la parte inicial del canal existen grietas y fisuras en la estructura, por esta razón fue necesario diseñar un canal de derivación de la captación hasta el canal existente de concreto armado. La unión de las dos captaciones principales se da en la cota 3031.16 msnm, es allí donde se diseñó un pase aéreo, para permitir la conducción de los caudales provenientes de las captaciones principales, posteriormente se diseñaron las dos captaciones secundarias conjuntamente con su canal derivación y finalmente se diseñó un canal principal de 0.60x0.55m con una longitud de 3,575 m conduciendo un caudal de 450 litros por segundo, este dato se obtuvo mediante el estudio hidrológico en función a la área a ser irrigada, así mismo cabe señalar que se diseñaron obras complementarias como son las caídas verticales y rápidas en las zonas donde existe un fuerte desnivel, también se diseñaron obras de artes y tomas laterales. Por consiguiente, la topografía de la zona es semi ondulada, el estudio de suelos es predominante según la clasificación SUCS es de grava mal graduada con arena, la clasificación AASHTO es de un material granular con fragmentos de roca, grava y arena. Finalmente concluye que el diseño planteado beneficiará a 230.79 hectáreas de cultivo y a la misma vez cumple con las normas técnicas y el costo referencial de inversión asciende a S/. 5,317,716.93.

Palabra clave: *Infraestructura Lineal, diseño lineal, canal de riego.*

Abstract

The project called "Design for the improvement and expansion of the irrigation channel between the villages of Orocollay and high sector of the Yeguada, district of Mollepata, province of Santiago de Chuco - La Libertad", aims to determine the technical criteria for design of the improvement and expansion of the irrigation channel, is for this reason that it was sought to design four captures that are in very poor condition, being captured in an inappropriate way by stones. Two of the main deposits belong to the Huayoy River and the two secondary deposits belong to the purple river and the solitude. On the other hand, we sought to design a line of conduction with inspection cameras and pressure break cameras for the first catchment that is at 3843.23 meters above sea level, where there is a steep slope of 35%. In the second catchment the water is derived by a beloved concrete channel of 0.60x0.50 m, which in the initial part of the channel there are cracks and fissures in the structure, for this reason it was necessary to design a channel for diversion of the catchment to the existing channel of reinforced concrete. The junction of the two main catchments is at 3031.16 meters above sea level, where an air pass was designed, to allow the flow of the main streams to be conducted, then the two secondary captures were designed together with their bypass channel and finally a main channel of 0.60x0.55m with a length of 3.575 m was designed, driving a flow of 450 liters per second, this data was obtained through the hydrological study depending on the irrigated area, it is also worth mentioning that works were designed complementary as are the vertical and rapid falls in areas where there is a steep slope, also designed arts and lateral shots. Therefore, the topography of the area is semi-undulated, the study of soils is predominant according to the SUCS classification is gravel poorly graded with sand, the classification AASHTO is a granular material with fragments of rock, gravel and sand. Finally, it concludes that the proposed design will benefit 230.79 hectares of cultivation and at the same time complies with the technical standards and the referential investment cost amounts to S / 5,317,716.93.

Keywords: *Linear infrastructure, linear design, channel of irrigation*