



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE
LA CARRETERA SALPO – CRUZ DE PARGO, DISTRITO DE
SALPO – PROVINCIA DE OTUZCO – REGION LA LIBERTAD”**

TESIS

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

CUEVA GADEA, ROBERTO CARLOS

ASESOR

Ing. HERNANDEZ CHAVARRY, JORGE ALFREDO

LINEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO – PERU

2017

PÁGINA DEL JURADO

TESISTA: BACH. CUEVA GADEA, ROBERTO CARLOS

TEMA: “DISEÑO DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA
CARRETERA SALPO – CRUZ DE PARGO, DISTRITO DE SALPO –
PROVINCIA DE OTUZCO – REGION LA LIBERTAD”

MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR



ING. GUTIÉRREZ VARGAS LEOPOLDO
PRESIDENTE



ING. MAZA ESPINOZA OSCAR
SECRETARIO



ING. HERNÁNDEZ CHAVARRY, JORGE ALFREDO
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios, por todas las experiencias vividas, por todas las lecciones aprendidas a lo largo de mi vida, el inmenso amor otorgado, el único a quien me debo, la luz que guía mi camino.

A mis padres por su incondicional apoyo y amor, a mis hermanos por ser mi motivación día a día para mantenerme fuerte, orientándome en este momento crucial de mi vida.

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que nos brindaron su amistad y apoyo durante la vida universitaria y además a nuestros docentes que compartieron todos sus conocimientos.

El Autor.

AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO que mediante su plana docente me brindó una buena formación académica y humanista, motivándome hacia la superación y compromiso profesional.

A todos los profesores, que durante estos años compartieron sus conocimientos con nosotros, para lograr nuestra formación profesional.

Al Asesor Ing. Hernández Chavarry, Jorge Alfredo quien con su experiencia y recomendación ayudo en el presente proyecto de tesis.

Al jurado calificador Ing. Gutiérrez Vargas Leopoldo, Ing. Maza Espinoza Oscar, Ing. Hernández Chavarry, Jorge Alfredo, por su apoyo con sus valiosas recomendaciones para el presente proyecto.

El Autor.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Cueva Gadea, Roberto Carlos identificado con DNI N°45714536, de la escuela profesional de ingeniería civil, autor de la tesis titulada “Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Salpo – Cruz de Pargo, distrito de Salpo – Provincia de Otuzco – Región la Libertad” por disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro que el tema de tesis es auténtico, gracias al esfuerzo de mi trabajo personal.

En este sentido, soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, diciembre del 2017



Cueva Gadea, Roberto Carlos

PRESENTACIÓN

Distinguidos Miembros del Jurado:

Con el propósito fundamental de alcanzar y cumplir con las formalidades referidas a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil, consideradas en el Reglamento de nuestra Casa Superior de Estudios, se ha realizado la presente tesis titulada: “DISEÑO DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA CARRETERA SALPO – CRUZ DE PARGO, DISTRITO DE SALPO – PROVINCIA DE OTUZCO – REGION LA LIBERTAD”, la misma que presento ante Uds. para su debida revisión y aprobación.

El Autor.

INDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
INDICE GENERAL	vi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad problemática	18
1.1.1. Aspectos Generales	18
1.1.1.1. Aspectos físicos territoriales	18
1.1.1.1.1. Generalidades	18
1.1.1.1.2. Ubicación Geográfica y Política	19
1.1.1.2. Extensión y Limites	21
1.1.1.3. Accesibilidad	21
1.1.1.4. Climatología	21
1.1.1.5. Topografía	21
1.1.2. Aspectos Socioeconómicos	21
1.1.2.1. Población	21
1.1.2.2. Infraestructura y servicios.	22
1.1.2.2.1. Salud	22
1.1.2.2.2. Educación.	23
1.1.3. Aspectos Económicos.	23
1.1.3.1. Agricultura.	23
1.1.3.2. Ganadería.	24
1.1.3.3. Comercio.	24
1.1.3.4. Turismo.	24
1.2. Trabajos Previos	24
1.3. Teorías relacionadas con el tema	28
1.4. Formulación del problema	34
1.5. Justificación del estudio	34
1.6. Hipótesis	35

1.7.	Objetivos	35
1.7.1.	General	35
1.7.2.	Específicos	35
II.	MÉTODO	37
2.1.	Diseño de investigación	37
2.2.	Variables y Operacionalización de Variables	37
2.2.1.	Operación de variables	39
2.3.	Población y Muestra	40
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
2.5.	Métodos de análisis de datos	40
2.6.	Consideraciones éticas	40
III.	RESULTADOS	42
3.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	42
3.1.1.	Generalidades	42
3.1.2.	Reconocimiento de la zona de estudio	42
3.1.3.	Ubicación del punto inicial y final.	43
3.1.4.	Levantamiento topográfico	43
3.2.4.1.	Inconvenientes de los trabajos topográficos	44
3.2.4.2.	Sistema de coordenadas UTM y altimetría	44
3.2.4.3.	Trazo y topografía	45
3.2.4.5.	Definición de la poligonal del trazo	45
3.2.4.6.	Nivelación	45
3.2.4.7.	Seccionamiento	45
3.2.4.8.	Replanteo	46
3.2.4.9.	Equipos utilizados	46
3.1.5.	Control del Levantamiento Topográfico	46
3.1.6.	Trabajo de Gabinetes	47
3.1.7.	Trazo de la poligonal base de apoyo.	47
3.2.	ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS	49
3.2.1.	Estudio de mecánica de Suelos	49
3.2.1.1.	Nombre del proyecto	49
3.2.1.2.	Objetivos	49
3.2.1.3.	Alcance	49
3.2.2.	Metodología	49
3.2.2.1.	Determinación del número de calicatas y ubicación	49
3.2.2.2.	Determinación del N° de ensayos de resistencia	50
3.2.2.3.	Descripción de las Calicatas	51
3.2.2.4.	Cuadro de Resumen de Calicatas	53
3.2.3.	Estudio de Mecánica de Suelos para Cantera	54
3.2.3.1.	Objetivo	54

3.2.3.2.	Generalidades	54
3.2.3.3.	Ubicación y características.	54
3.2.4.	Estudio de fuente de agua	55
3.3.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	57
3.3.1.	Generalidades	57
3.3.2.	Drenaje superficial	57
3.3.2.1.	Drenaje superficial	57
3.3.2.2.	Criterios Funcionales	58
3.3.2.3.	Período de Retorno	58
3.3.2.4.	Riesgo de Obstrucción	59
3.3.2.5.	Daños debido a la escorrentía	60
3.3.3.	Hidrología y cálculos hidráulicos	61
3.3.3.1.	Precipitación Máxima Diaria	61
3.3.3.2.	Análisis Estadístico De Datos Hidrológicos	63
3.3.3.3.	Curvas IDF	67
3.3.3.4.	Caudal de Diseño (Q)	70
3.3.3.4.1.	Diseño de Cunetas	72
3.4.	DISEÑO GEOMÉTRICO	78
3.4.1.	Generalidades.	78
3.4.2.	Clasificación de la Carretera	78
3.4.2.1.	Clasificación según su Demanda	78
3.4.2.2.	Clasificación según su Orografía	78
3.4.3.	Criterios básicos para el diseño de la vía	78
3.4.4.	Generalidades para el Diseño Geométrico	79
3.4.4.1.	Velocidad de diseño	79
3.4.4.2.	Distancia de visibilidad	81
3.4.5.	Diseño geométrico en planta	83
3.4.5.1.	Consideraciones para el diseño	83
3.4.5.2.	Tramos en tangente	84
3.4.5.3.	Curvas Circulares	85
3.4.5.3.1.	Elementos de curva circular	85
3.4.5.3.2.	Radios mínimos	86
3.4.5.3.3.	Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño	88
3.4.5.3.4.	Coordinación entre curvas circulares	89
3.4.5.4.	Curvas verticales	90
3.4.5.4.1.	Tipos de curvas verticales	91
3.4.5.4.2.	Curvas verticales convexas	91
3.4.5.4.3.	Curvas verticales cóncavas	92
3.4.5.4.4.	Curvas verticales simétricas	92
3.4.5.4.5.	Curvas verticales asimétricas	93
3.4.6.	Diseño geométrico de la sección transversal	95
3.4.6.1.	Elementos de la sección transversal	96
3.4.6.2.	Superficie de rodadura	96
3.4.6.3.	Bermas	98
3.4.6.4.	Inclinación de las bermas	98
3.4.6.5.	Bombeo	99
3.4.6.6.	Peralte	100
3.4.6.7.	Taludes	100

3.4.6.8.	Ancho de la Plataforma	101
3.4.6.9.	Plazoletas	101
3.4.6.10.	Sección transversal típica	101
3.4.7.	Resumen de Parámetros y características de Diseño	103
3.4.8.	Diseño del afirmado	104
3.4.8.1.	CBR de diseño de la sub rasante	104
3.4.8.2.	Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE)	104
3.4.8.3.	Espesor del Afirmado	106
3.4.8.3.1.	Tipo de Afirmado.	109
3.4.8.3.2.	Características de los Materiales	109
3.4.9.	Señalización	109
3.4.9.1.	Generalidades	109
3.4.9.2.	Requisitos	110
3.4.9.3.	Señales Verticales	110
3.4.9.3.1.	Señales Reglamentarias	111
3.4.9.3.2.	Señales Preventivas	115
3.4.9.3.3.	Señales Informativas	119
3.4.9.4.	Colocación de las Señales	121
3.4.9.5.	Hitos Kilométricos	123
3.4.9.6.	Señalización Horizontal	124
3.4.9.6.1.	Marcas sobre el pavimento	124
3.4.9.6.1.1.	Colores:	124
3.4.9.6.1.2.	Ubicación:	124
3.4.9.6.2.	Postes Delineadores	125
3.4.9.6.3.	Barrera de Seguridad	126
3.4.9.6.4.	Pintado de parapetos de alcantarillas y muros	127
3.4.9.7.	Señalización en el Proyecto	127
3.4.9.7.1.	Generalidades	127
3.4.9.7.2.	Tipos de Señales	127
3.4.9.7.3.	Señalización a Usar	128
3.4.9.7.4.	Señales Verticales	128
3.4.9.7.4.1.	Señales Reguladoras o de reglamentación	128
3.4.9.7.4.2.	Señales de Prevención	129
3.4.9.7.4.3.	Señales Informativas	133
3.5.	IMPACTO AMBIENTAL	135
3.5.1.	Generalidades	135
3.5.2.	Descripción del Proyecto	136
3.5.3.	Marco Legal	138
3.5.4.	Caracterización del área de influencia del proyecto	139
3.5.4.1.	Área de influencia.	139
3.5.5.	Diagnóstico Ambiental	139
3.5.5.1.	Medio Físico	140
3.5.5.2.	Medio Biótico	141
3.5.5.3.	Medio Socioeconómico Y Cultural	142
3.5.6.	Identificación Y Evaluación De Impactos Ambientales Potenciales	144
3.5.6.1.	Metodología	144
3.5.6.2.	Impactos Ambientales Potenciales	144
3.5.7.	Plan de manejo ambiental	151

3.5.7.1.	Programa de medidas preventas, de mitigación y/o correctivas	151
3.5.7.1.1.	Etapa de planificación	151
3.5.7.1.2.	Etapa De Construcción	152
3.5.7.1.3.	Etapa De Operación	154
3.5.8.	Plan de Contingencia	156
3.5.8.1.	Análisis de Riesgos	156
3.5.9.	Plan de abandono y restauración final	161
3.5.10.	Conclusiones y Recomendaciones	161
3.5.10.1.	Conclusiones.	161
3.5.10.2.	Recomendaciones.	162
3.5.11.	Resumen De Los Impactos Positivos Y Negativos	162
3.6.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	165
3.7.	ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS	205
3.7.1.	Planilla De Metrados	205
3.7.2.	Presupuesto general	215
3.7.3.	Desagregado de gastos generales	216
3.7.4.	Análisis de costos unitarios	218
3.7.5.	Insumos requeridos	235
3.7.6.	Fórmulas Polinómicas	236
3.7.7.	Cronograma de ejecución de obra	237
IV.	DISCUSIÓN	238
V.	CONCLUSIÓN	240
VI.	RECOMENDACIONES	242
VII.	REFERENCIAS	243

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:	Población del Distrito de Salpo al 2007	22
Tabla N° 2:	Términos usados en transportes	29
Tabla N° 3:	Operación de variable	39
Tabla N° 4:	Número de Calicatas para Exploración de Suelos	49
Tabla N° 5:	Número de CBR para Exploración de Suelos	50
Tabla N° 6:	Relación de Calicatas a Ejecutar	50
Tabla N° 7:	Resumen de Estudio de Mecánica de Suelos	53
Tabla N° 8:	Resumen Cantera	54
Tabla N° 8:	Periodos de Retorno para diseño de Obras de Drenaje en Caminos de Bajo Volumen de Transito	59
Tabla N° 8:	Serie Histórica De Precipitaciones Máximas En 24 Horas (mm)	61
Tabla N° 9:	Cálculo por el método de Gumbel – Estación Julcan	63
Tabla N° 10:	Cálculo de Precipitaciones Diarias Máximas Probables para diferentes frecuencias Estación Julcan	65

Tabla N° 11	66
Tabla N° 12: Máximas precipitaciones para diferentes tiempos de duración de lluvias Estación Julcan	66
Tabla N° 13: Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración	67
Tabla N° 14: Resumen de regresión potencial - Estación Julcan	68
Tabla N° 15: Regresión potencial - Estación Julcan	68
Tabla N° 16: Tabla de intensidades – Tiempo de duración - Estación Julcan	69
Tabla N° 17: Coeficiente de Escorrentía.	71
Tabla N° 18: Coeficiente de Escorrentía	72
Tabla N° 19: Taludes de Cunetas	73
Tabla N° 20: Cálculo de Diseño para Cunetas	74
Tabla N° 21: Dimensiones Mínimas	75
Tabla N° 22: Rangos de la Velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera	80
Tabla N° 23: Distancia de Visibilidad de parada (metros)	82
Tabla N° 24: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos	82
Tabla N° 25: Longitud mínima en curva	84
Tabla N° 26: Deflexiones máximas en curvas Horizontales	84
Tabla N° 27: Longitudes de tramos en tangentes	84
Tabla N° 28: Elementos de curva	86
Tabla N° 29: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	87
Tabla N° 30: Fricción transversal máxima en curvas	89
Tabla N° 31: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.	89
Tabla N° 32: Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase.	91
Tabla N° 33: Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase.	92
Tabla N° 34: Ancho mínimo de calzada en tangente	97
Tabla N° 35: Ancho de Bermas	98
Tabla N° 36: Inclinación de las bermas	99
Tabla N° 37: Valores de Bombeo de la Calzada	99
Tabla N° 38: Valores de peralte máximo	100
Tabla N° 39: Valores Referenciales para taludes en corte	100
Tabla N° 40: Valores para taludes en zonas de relleno (relación V:H)	101
Tabla N° 41: Características del Diseño Geométrico de la Carretera	103
Tabla N° 42: Categorías de Sub rasante	104
Tabla N° 43: Parámetros para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes	105
Tabla N° 44: Parámetros para cálculo de Nrep. de EE de 8.2 Tn	106
Tabla N° 45: Numero de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2, en el carril de diseño para caminos no pavimentados	106
Tabla N° 46: Espesores de afirmado en mm para valores de CBR de diseño y ejes equivalen	108
Tabla N° 47: Componentes y variables ambientales	137
Tabla N° 48: Población del Distrito de Salpo al 2007	142
Tabla N° 49: Plan De Mitigación De Los Impactos Adversos.	156
Tabla N° 50: Variables de incidencia y categorías de impacto ambiental del proyecto seleccionado	163

INDICE DE IMAGENES

Imagen N° 1: Ubicación Geográfica de la Región La Libertad	19
Imagen N° 2: Provincia de Otuzco	19
Imagen N° 3: Distrito de Salpo	20
Imagen N° 4: Levantamiento de la carretera.	44
Imagen N° 5: Capacidad de aforo de la cuneta	75
Imagen N° 6: Elementos de curva	86
Imagen N° 7: Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4)	88
Imagen N° 8: Tipos de curvas verticales	91
Imagen N° 9: Elemento de la curva vertical simétrica	92
Imagen N° 10: Elemento de la curva vertical simétrica	94
Imagen N° 11: Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente	96
Imagen N° 12: Elementos de la calzada	97
Imagen N° 13: Sección transversal típica a media ladera vía de dos carriles en curva	102
Imagen N° 15: Señal R-1	113
Imagen N° 16: Señal R-1	114
Imagen N° 17: Señal R-1	114
Imagen N° 18: P-2A - P-2B	116
Imagen N° 19: P-4A - P-4B	117
Imagen N° 20: I – 5	121
Imagen N° 22: Hitos Kilométricos	123
Imagen N° 21: R -30 VELOCIDAD MÁXIMA 30 KPH	128
Imagen N° 22: Señales de Prevención	129
Imagen N° 23: Señales de Prevención (continua)	130
Imagen N° 24: Señales de Prevención (continua)	131
Imagen N° 25: Señales de Prevención (continua)	132
Imagen N° 26: Secuencia del Evaluación de Impacto Ambiental	144

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1: Serie Histórica De Precipitaciones Promedio Y Máximo En 24 Horas (mm)	62
Gráfico N° 2: Curvas IDF de la Cuenca - Estación Julcan	70
Gráfico N° 3: Relación entre radios que enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia.	90

RESUMEN

El desarrollo del presente proyecto, constituye la aplicación de diferentes conocimientos alcanzados para la elaboración adecuada del diseño de carretera de tercera clase, el objetivo principal es realizar el “DISEÑO DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA CARRETERA SALPO – CRUZ DE PARGO, DISTRITO DE SALPO – PROVINCIA DE OTUZCO – REGION LA LIBERTAD” y determinar si el proyecto cumple con todas las normas de AASHTO y Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2014) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, teniendo en cuenta calidad y costos. Para alcanzar el objetivo se tuvo que hacer el estudio topográfico del que determinó la forma del nivel de terreno, estudio de mecánica de suelos, determinando la capacidad de soporte de un material en determinadas condiciones de compactación, el estudio hidrológico y drenaje determinando caudales de diseño de los cauces que cruzan el eje de la trocha, diseño geométrico de la vía y el pre dimensionamiento de obras de arte; comprueban los resultados de diseño si cumple según la normativa existente para que sea funcional, segura y económica.

El proyecto comprende el diseño de una trocha de tercera clase a nivel de afirmado de 7.068 Km.

La trocha fue diseñada de acuerdo a parámetros encontrados en el manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2014) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para nuestro diseño se utilizó una velocidad de diseño de 30Km/h. Y las Obras de Arte, se diseñaron de acuerdo a las especificaciones contenidas al SENAMHI y Ministerio de Agricultura para la estimación de la precipitación. Así mismo se realizó el Estudio de impacto Ambiental, y luego se procedió a realizar metrados y el análisis correspondiente, con la finalidad de obtener el presupuesto.

Palabras Claves: Diseño geométrico, estudio topográfico, mecánica de suelos, obras de arte, velocidad de diseño.

ABSTRACT

The development of the present project, is the application of different knowledge achieved for the proper elaboration of the third class road design, the main goal is to carry out the "DESIGN OF IMPROVEMENT AT AFFIRMED LEVEL OF THE ROAD SALPO - CRUZ DE PARGO, PROVINCE OF OTUZCO - LA LIBERTAD REGION "and determine if the project complies with all the standards of AASHTO and Manual of Geometric Design of Roads (DG 2014) of the Ministry of Transport and Communications, taking into account quality and costs. In order to reach the goal, it was necessary to make the topographic study that determined the shape of the ground level, study of soil mechanics, determining the support capacity of a material under certain compaction conditions, the hydrological study and drainage determining design flows Of the channels that cross the axis of the track, geometric design of the track and the pre-dimensioning of works of art; Check the design results if it complies with existing regulations to be functional, safe and economical.

The project includes the design of a third class gauge at the declared level of 7.068 km.

The gauge was designed according to parameters found in the Manual of Geometric Design of Roads (DG 2014) of the Ministry of Transport and Communications, for our design we used a design speed of 30 m / h. And the Works of Art, were designed according to the specifications contained to the SENAMHI and Ministry of Agriculture for the estimation of precipitation. Likewise, the Environmental Impact Study was carried out, and then metrics and the corresponding analysis were carried out, in order to obtain the budget.

Key words: Geometric design, topographical study, soil mechanics, works of art, design speed.