

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOP. Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



“ANÁLISIS DE DURABILIDAD EN OBRAS DE ARTE MENOR
(TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI) TARIJA”

Por:

ELIN JOEL TABOADA ZURITA

Proyecto presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Julio de 2013

TARIJA - BOLIVIA

VºBº

Ing. Luis A. Yurquina.
DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Lic. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Mario L. Ticona C.

Ing. Oscar Chavez Calla.

Ing. Nelzon Rodriguez Lezana.

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

Dedico el presente trabajo a mis padres y mi hermano Adalid por la confianza y el apoyo que me brindo durante mis años de estudio.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por guiarme para realizar el presente trabajo. A mis padres Genaro y Maria por la comprensión y el apoyo que me brindaron. Mi pareja Karina por el apoyo incondicional y cooperación. Mis hermanos por impulsarme a seguir adelante.

Un sincero agradecimiento al docente guía Ing. Mabel Zambrana por asesorarme e impartir su conocimiento.

PENSAMIENTO:

“Si uno comienza con certezas, acabará con dudas, pero si se conforma en comenzar con dudas, conseguirá acabar con certezas.”

FRANCIS BACON

ÍNDICE

CAPÍTULO I

	Pág.
1.1- Introducción.....	9
1.2.- Justificación.....	10
1.3.- Objetivos.....	11
1.3.1.-Objetivo General.....	11
1.3.2.- Objetivos Específicos.....	12
1.4.- Alcance.....	12
1.5.- Metodología.....	14

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE DRENAJE EN CARRETERAS

2.1.-Aspectos Hidrológicos - Hidráulicos.....	15
2.1.2.- Factores Hidrológicos que Inciden en el Diseño Hidráulico de las Obras de Drenaje.....	16
2.1.3.- Selección del Período de Retorno.....	17
2.1.4.-Intensidad de la Precipitación.....	19
2.1.5.-Tiempo de Concentración.....	19
2.1.6.-Escorrentia.....	21
2.1.7.- Estimación de Caudales.....	22
2.1.7.1.- Método Racional.....	23
2.1.7.2.- Método Racional Modificado.....	23
2.2.- Drenaje Superficial.....	24
2.2.1.- Drenaje Transversal de las Carreteras.....	24
2.2.1.1.- Aspectos Generales.....	24
2.2.1.2.- Alcantarillas.....	25
2.2.1.2.1.- Criterios de diseño de una alcantarilla.....	26

2.2.1.2.2.- Tipología.....	27
1.- Secciones y Materiales.....	27
2.- Dimensiones mínimas.....	28
3.- Taludes de terraplén sobre las alcantarillas.....	29
2.2.1.2.3. -Muros de cabecera.....	30
1.- Generalidades.....	29
2.- Tipología.....	30
2.2.1.2.4.- Alcantarillas normales y esviadas.....	32
2.2.1.2.5.- Pendientes.....	33
2.2.1.2.6. -Fundación de alcantarillas.....	35
1.-Generalidades.....	35
2.- Fundación sobre suelos.....	35
3.- Fundación sobre roca.....	35
2.2.1.2.7.-Asentamiento de la fundación de conductos prefabricados...36	
2.2.1.2.8.- Abrasión.....	36
2.2.1.2.9.- Corrosión.....	36
1.- Generalidades.....	36
2.-Medio corrosivo.....	37
3.-Corrosion de las chapas cincadas.....	37
2.2.2.- Drenaje Longitudinal.....	39
2.2.2.1.-Cunetas.....	40
2.2.2.2.1.- Caudal de Cunetas.....	42
2.2.2.2.2.- Dimensiones Mínimas.....	43
2.2.2.3.- Contra Cunetas.....	44
2.2.2.4.- Bordillo.....	45

2.2.2.5.- Estructuras Hidráulicas de Disipación de Energía en las Vías.....	46
2.2.2.5.1.- Caída Escalonada.....	46
2.2.2.5.2.- Canal con Pendiente Súper Crítica.....	47
2.3.- Drenaje Subterráneo.....	48
2.3.1.- Características propias.....	50
2.3.2.-Permeabilidad de suelos.....	50
2.3.2.1.- Caudal de diseño.....	51
2.3.3.-Tubería de drenaje.....	52
2.3.3.1.- Condiciones mecánicas.....	52
2.3.4.-Clasificación.....	53
2.3.5.-Diametros y pendientes recomendadas.....	54
2.3.6.-Logitud máxima de evacuación.....	55
2.3.7.- Material filtro.....	56

CAPÍTULO III

COMPORTAMIENTO Y DETERIORO DE OBRAS DE DRENAJE

3.1.- Interacción Drenaje –Medioambiente.....	58
3.1.1.- Interacciones de las obras de Drenaje con el medio.....	58
3.1.2.- Impactos Significativos.....	59
3.1.3.-Impacto Ambiental de las obras de Drenaje.....	60
3.1.3.1. Descripción del medio con potencial de afectación.....	60
3.2.- Importancia de las obras de drenaje y la localización de la carretera.....	63
3.2.1. La importancia de las obras de drenaje y subdrenaje.....	63
3.2.2. Localización de los caminos.....	64
3.3. Clasificación y tipos de drenaje.....	65
3.4.- Metodología de inspección de obras de drenaje.....	65
3.4.1.-Introducción.....	65
3.4.2.- Componentes de obras de drenaje.....	66
3.4.2.1.- Drenaje longitudinal.....	67

3.4.2.2.-Drenaje transversal.....	68
3.5.- Matriz de diagnóstico-actividades de mantenimiento.....	70
3.6.- Diagnóstico del estado de las obras de drenaje.....	76
3.6.1.- Drenaje longitudinal.....	76
1. DAÑO: Escalonamiento (ES).....	77
2. DAÑO: grieta (GR).....	78
3. DAÑO: Desgaste (DS).....	79
4. DAÑO: Desportillamiento de cuneta (DE).....	80
5. DAÑO: Fracturamiento de la cuneta (FR).....	82
6. DAÑO: Separación de la cuneta (SE).....	83
7. DAÑO: Obstrucción de cuneta (OB).....	84
8. DAÑO: Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales (OBS).....	85
3.6.2.- Drenaje transversal.....	87
1. DAÑO: Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o Lavaderos (GAM).....	88
2. DAÑO: Grietas en tubería principal (GTP).....	89
3. DAÑO: Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas (GV).....	90
4. DAÑO: Fractura con pérdida total o parcial de la tubería (FT).....	91
5. DAÑO: Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI).....	92
6. DAÑO: Separación de secciones de tubería (ST).....	93
7. DAÑO: Hundimiento o aplastamiento (HU).....	94
8. DAÑO: Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería (EA).....	95
9. DAÑO: Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal (SO).....	96
10. DAÑO: Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones (DP).....	97
11. DAÑO: Obstrucción de alcantarilla (OA).....	98

3.7.- Ensayos no destructivos de estructuras de hormigón.....	100
3.8.- Causas de deterioros constructivos estructurales.....	100
3.8.1.- Defectos constructivos.....	101

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA EN EL TRAMO

4.1.-Ubicación.....	103
4.2.-Características del área de estudio.....	105
4.3.-Tipos de drenajes identificados en el tramo.....	106
4.4.-Características del sistema de drenaje.....	107
4.5.-Factores o aspectos influyentes en las obras de drenaje.....	107
4.5.1.- Factores topográficos.....	107
4.5.2.- Factores hidráulicos.....	108
4.5.3.-Factores geotécnicos.....	108
4.5.4.-Factores geológicos.....	109
4.5.5.- Factores estructurales.....	110
1. Ensayo con esclerómetro.....	111
4.6.-Procedimiento para el registro de daños.....	113
4.6.1.-Procedimiento para el registro de daños en drenaje longitudinal.....	114
4.6.2.-Procedimiento para el registro de daños en alcantarillas.....	118
4.6.3.- Planillas de inspección drenaje longitudinal.....	123
4.6.4.- Planillas de inspección drenaje transversal.....	149
4.7.-Estimación de parámetros de durabilidad.....	223

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones.....	227
5.2.- Recomendaciones.....	230

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II	pág.
Figura 1. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil...17	
Figura 2. Esquemización de talud.....28	28
Figura 3. Muros con alas terminales a nivel del terreno.....30	30
Figura 4. Muros de alas sin aletas.....30	30
Figura 5. Muros de alas con aletas.....31	31
Figura 6. Muros en alcantarillas esviadas.....32	32
Figura 7. Profundización del lecho en la entrada.....34	34
Figura 8. Tipos de secciones geométricas de cunetas.....39	39
Figura 9. Sección típica de cuneta triangular.....41	41
Figura 10. Corte transversal de contracuneta.....43	43
Figura 11. Detalle de bordillo de concreto armado.....44	44
Figura 12. Disipador de energía en caída escalonada.....45	45
Figura 13. Detalle canal de caída rápida.....47	47
Figura 14. Tipos de subdrenes.....48	48
CAPÍTULO III	
Figura 15. Sistema de drenaje en una vía.....65	65
Figura 16. Se muestran las secciones típicas de cunetas.....66	66
Figura 17. Partes de una alcantarilla.....67	67
Figura 18. Partes principales de una alcantarilla con poceta.....68	68
Figura 19. Tipos de alcantarillas.....69	69
Figura 20. Escalonamiento.....76	76
Figura 21. Grieta en la cuneta.....77	77
Figura 22. Desgaste.....78	78
Figura 23. Desportillamiento de una cuneta.....79	79
Figura 24. Fracturamiento de la cuneta81	81
Figura 25. Separación de la cuneta.....82	82
Figura 26. Obstrucción de cuneta.....83	83

Figura 27. Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales.....	84
Figura 28. Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos.....	86
Figura 29. Grietas en una tubería principal.....	87
Figura 30. Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas.....	88
Figura 31. Fractura con pérdida total o parcial de la tubería.....	89
Figura 32. Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o desencole.....	90
Figura 33. Separación de secciones de una tubería.....	91
Figura 34. Hundimiento o aplastamiento de una tubería.....	92
Figura 35. Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería.....	93
Figura 36. Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, o muro cabezal...	94
Figura 37. Deterioro y pérdida del mortero de pega en las uniones.....	95
Figura 38. Obstrucción de alcantarilla.....	96
Figura 39. Medidor de dureza de hormigón.....	97

CAPÍTULO IV

Figura 40. Mapa de Bolivia ubicación de Tarija.	
Figura 41. Mapa de Tarija ubicación de provincia Arce.	
Figura 42. Imagen satelital de ubicación.....	99
Figura 43. Uso del esclerómetro con ángulo de 0 grados.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II	pág.
Tabla 1. Valores recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.....	18
Tabla 2. Fórmulas para el cálculo de (tc) en regiones con pendientes.....	20
Tabla 3. Fórmulas para el cálculo de (tc) en regiones llanas.....	21
Tabla 4. Coeficientes de escurrimiento superficial (C).....	22

Tabla 5. Tipos usuales de alcantarillas.....	27
Tabla 6. Recomendaciones generales para alturas en taludes de relleno y corte.....	29
Tabla 7. Inclinaciones máximas del talud (V: H) interior de la cuneta.....	40
Tabla 8. Velocidades límites admisibles.....	42
Tabla 9. Dimensiones Mínimas.....	42
Tabla 10. Valores de conductividad hidráulica.....	49
Tabla 11. Profundidades recomendadas para tubería de drenaje.....	51

CAPÍTULO III

Tabla 12. Criterios para Estimar la Importancia y Magnitud.....	57
Tabla 13. Secciones de cunetas.....	66
Tabla 14. Diagnostico – Mantenimiento, de una carretera.....	70
Tabla 15. Deterioros en drenajes longitudinales.....	75
Tabla 16. Deterioros en drenajes transversales.....	85
Tabla 17.- Estrategia de durabilidad.....	98

CAPÍTULO IV

Tabla 18. Tipos de drenajes superficiales existentes en el tramo.....	100
Tabla 19. Ensayo con esclerómetro.....	106
Tabla 20. Convención según la sección de cuneta.....	110
Tabla 21. Código según el tipo de daño drenaje longitudinal.....	111
Tabla 22. Código según el tipo de daño drenaje transversal.....	115