

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“EVALUACIÓN DE LAS FALLAS EN OBRAS DE ARTE MENOR
EN FUNCIÓN DEL GRADO DE DETERIORO APLICADO AL
TRAMO PUERTA EL CHACO – CARLAZO”**

Por:

ALANOCA MONTOYA DAVID BENERANDO

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

AGOSTO 2019

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LAS FALLAS EN OBRAS DE ARTE MENOR
EN FUNCIÓN DEL GRADO DE DETERIORO APLICADO AL
TRAMO PUERTA EL CHACO – CARLAZO”**

Por:

ALANOCA MONTOYA DAVID BENERANDO

SEMESTRE I 2019

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gozalvez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Jhonny Orgaz Fernández

.....
Ing. Limberg Llanos Llanos

.....
Ing. José Rodríguez Vilca

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente proyecto, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS

El presente trabajo está dedicado a mis padres; Juan Alanoca e Virginia Montoya por su sacrificio, amor, apoyo y ser ejemplo de perseverancia en mi vida. A mis hermanos quienes son una bendición en mi vida. A mis amigos por todo su apoyo brindado y enseñarme con su amistad a ser una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por darme salud y las fuerzas para seguir adelante.

A todos mis docentes por compartir sus conocimientos y experiencias en todos mis años de estudio.

A mi casa superior de estudios:
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN
MISAEEL SARACHO”

Por permitir mi formación en el campo de la ingeniería.

A toda mi familia por la comprensión en cada etapa de mi vida.

PENSAMIENTO

Los sueños parecen al principio imposibles, luego improbables, y luego, cuando nos comprometemos, se vuelven inevitables.

Mahatma Gandhi

Índice
CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

	Pag.
1.1. DISEÑO TEORICO	2
1.1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.1.1. Situación problemática	2
1.1.1.2. Problema de investigación	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	4
1.4.1. Hipótesis.....	4
1.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	4
1.5.1. Variable independiente.....	4
1.5.2. Variable dependiente.....	4
1.5.3. Conceptualización y operacionalización de las variables	4
1.6. DISEÑO METODOLÓGICO	5
1.6.1. Tipo del diseño de investigación.....	5
1.6.2. Esquema de actividades en función a procedimiento definido por la perspectiva	5
1.6.3. Unidad de estudio y decisión muestral por variable.....	6
1.6.3.1. Unidad de estudio o muestreo.....	6
1.6.3.2. Población y muestra.....	6

1.6.3.2.1. Población.....	6
1.6.3.2.2. Muestra.....	6
1.6.3.2.3. Tamaño de muestra	6
1.6.3.3. Técnicas	7
1.6.3.4. Medios	8
1.7. ALCANCE.....	9

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

	Pag.
2.1. DESCRIPCIÓN.....	10
2.2. OBRAS DE ARTE MENOR EN CARRETERAS	10
2.2.1. Definiciones	10
2.3. DRENAJE TRANSVERSAL	11
2.3.1. Alcantarilla	12
2.3.1.1. Tipología de las alcantarillas	13
2.3.1.1.1. Tipo y sección	13
2.3.2. Muros de cabeceras	15
2.3.3. Tipos de muros	15
2.3.3.1. Muros de vuelta	15
2.3.3.2. Muros de ala.....	16
2.3.4. Pendientes.....	16
2.4. FUNDACIÓN DE LAS ALCANTARILLA.....	17
2.4.1. Generalidades	17
2.4.2. Fundaciones sobre suelos	17
2.4.3. Fundación sobre roca	18
2.5. DRENAJE LONGITUDINAL.....	18

2.5.1. Cunetas	18
2.6. ESTRUCTURAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN EL TRAMO	19
2.6.1. Caída escalonada	19
2.7. MANUAL DE FALLAS	20
2.7.1. Marco conceptual	20
2.7.2. Marco referencial	20
2.7.3. Marco normativo	20
2.8. MATRIZ DE DIAGNÓSTICO CLASIFICACIÓN DE FALLAS MINISTERIO DE TRANSPORTE UNIV. JAVERIANA DE COLOMBIA	20
2.8.1. Diagnóstico del estado de las obras de arte menor.....	25
2.8.2. Drenaje longitudinal	26
2.8.2.1.Falla: Escalonamiento (ES)	26
2.8.2.2.Falla: Grieta (GR)	28
2.8.2.3.Falla: Desgaste (DS)	29
2.8.2.4.Falla: Desportillamiento de cuneta (DE)	30
2.8.2.5.Falla: Fracturamiento de la cuneta (FR)	31
2.8.2.6.Falla: Separación de la cuneta (SE)	32
2.8.2.7.Falla: Obstrucción de cuneta (OB)	33
2.8.2.8.Falla: Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales (OBS).....	35
2.8.3. Drenaje transversal	36
2.8.3.1.Falla: Grietas en aletas, muro cabezal y muros pocetas o lavaderos (GAM)	37
2.8.3.2.Falla: Grietas en tubería principal (GTP)	38
2.8.3.3.Falla: Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas (GV)	39
2.8.3.4.Falla: Fractura con pérdida total o parcial de la tubería (FT)	40
2.8.3.5.Falla: Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI)	41

2.8.3.6.Falla: Separación de secciones de tubería (ST)	42
2.8.3.7.Falla: Hundimiento o aplastamiento (HU).....	43
2.8.3.8.Falla: Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aleros y tubería (EA)	44
2.8.3.9.Falla: Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal (SO)	45
2.8.3.10. Falla: Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones (DP)	46
2.8.3.11. Falla: Obstrucción de alcantarilla (OA)	47
2.8.3.12. Falla: Obstrucción de maleza (OBC)	48
2.9. ENSAYO NO DESTRUCTIVO EN LA ESTRUCTURA DEL HORMIGÓN	49
2.9.1. Esclerómetro.....	49

CAPITULO III

DETERIORO Y EVALUACIÓN DE LAS OBRAS DE ARTE MENOR

	Pag.
3.1. UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO	50
3.1.1. Ubicación en el contexto departamental	50
3.1.2. Ubicación en el contexto regional.....	50
3.1.3. Ubicación geográfica del proyecto.....	51
3.2. CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	52
3.2.1. Inspección superficial visual	52
3.2.2. Tipos de obras de arte identificados en el tramo.....	53
3.3. MEDICIÓN DE LAS OBRAS DE ARTE MENOR	54
3.4. REGISTRO DE DAÑOS EN OBRAS DE ARTE MENOR	57
3.4.1. Formulario de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC)	57
3.4.1.1.Registró del grado de deterioro de obras de arte menor mediante la ABC.....	59
3.4.1.1.1. Grado de deterioro cunetas.....	59

3.4.1.1.2. Grado de deterioro alcantarillas	60
3.4.1.2.Elemento de medición continúa.....	61
3.4.1.3.Elementos de medición individual (alcantarillas).....	61
3.4.1.4.Planilla administradora boliviana de carreteras	62
3.4.2. Aplicación de método cornero (alcantarillas).....	63
3.4.2.1.Evaluación de la condición visual	63
3.4.2.2.Evaluación hidráulica y estructural de las alcantarillas	63
3.4.2.3.Antecedentes previos a la evaluación de alcantarillas	64
3.4.2.4.Método de trabajo	64
3.4.2.5.Formulario de evaluación de alcantarillas (metodología cornero)	77
3.4.2.6.Aplicación de la metodología cornero	78
3.4.2.7.Procedimiento para el registro de fallas cunetas (Ministerio de transporte Universidad Javeriana Colombia).....	79
3.4.2.8.Aplicación de la primera planilla resumen inspección de daños (cunetas)	83
3.4.2.9.Procedimiento del registro de drenaje transversal alcantarillas (Ministerio de transporte Universidad Javeriana Colombia).....	84
3.4.2.10. Aplicación de la primera planilla de inspección de fallas drenaje transversal	91
3.5. COMPARACIÓN ENTRE PROCESOS METODOLÓGICOS	93
3.5.1. Drenaje transversal	93
3.5.1.1.Datos sobre la identificación de la obra.....	94
3.5.1.2.Características físicas de alcantarillas.....	95
3.5.1.3.Condiciones hidráulicas de la alcantarilla	97
3.5.1.4.Condiciones estructurales de la alcantarilla.....	99
3.5.1.5.Calificación de daños.....	102
3.5.2. Drenaje longitudinal	102

3.5.2.1. Datos sobre la identificación de la obra.....	103
3.5.2.2. Inspección de daños.....	104
3.5.2.3. Calificación de daños.....	105
3.6. PROPUESTA DE EVALUACIÓN VISUAL.....	106
3.6.1. Drenaje longitudinal.....	106
3.6.2. Drenaje Transversal.....	109
3.7. Estudio hidrológico.....	113
1.1.1 Determinación de parámetros estadísticos.....	116
1.1.2 Cálculo de alturas de precipitación máxima diaria.....	119
1.1.3 Cálculo de alturas de precipitación máxima horaria.....	120
1.1.4 Intensidad máxima.....	120
1.2 CALCULO HIDRÁULICO.....	122
1.2.1 Tiempo de retorno.....	122
1.2.2 Evaluación de cunetas.....	122
1.2.2.1 Sección Tipo.....	122
1.2.3 Alcantarillas de cruce y de alivio.....	126
1.2.3.1 Estimación de caudales máximos.....	126
1.2.3.2 Método racional.....	126
1.2.3.3 Cálculo del tiempo de concentración.....	127
3.7.1. Evaluación de alcantarillas de cruce.....	129
3.7.2. Evaluación de alcantarillas de alivio.....	130
3.8. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	131
3.8.1. Drenaje transversal.....	131
3.8.2. Ensayo no destructivo para drenaje transversal.....	132
3.8.3. Procedemos a la comparación de los resultados.....	145

3.8.4. Drenaje longitudinal	147
3.8.5. Ensayo no destructivo para drenaje longitudinal	147
3.8.6. Resumen de las lecturas del esclerómetro	153
3.8.7. Procedemos a la comparación de los resultados	154
3.9. RESULTADOS DEL GRADO DE DETERIORO Y LOS DAÑOS FÍSICOS.....	156
3.9.1. Resúmenes de diferentes procesos metodológicos.....	156
3.9.1.1. Resumen alcantarillas A.B.C.	156
3.9.1.2. Resumen cunetas.....	158
3.9.2. Metodología Cornero	160
3.9.3. Información obtenida de la evaluación de cada una de las alcantarillas del tramo	161
3.9.4. Metodología (Ministerio de Tras. Univ. Javeriana Colombia)	163
3.9.4.1. Estimación de parámetros de durabilidad	163
3.9.5. Cuadro de resumen alcantarillas	166
3.10. Clasificación por tipo de fallas hidráulicas, estructurales y daños físicos encontrados en el tramo	169
3.11. PRESUPUESTO DE COSTO PARA MANTENIMIENTO.....	170

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pag.
5.1. CONCLUSIONES	171
4.2. RECOMENDACIONES	176

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo 1: Planillas Administradora Boliviana de Carreteras

Anexo 2: Formulario de evaluación de alcantarillas (metodo Cornero)

Anexo 3: Formulario de calificación (metodología Cornero)

Anexo 4: Evaluación de alcantarillas metodología Cornero

Anexo 5: Registró de fallas manual Colombia (drenaje longitudinal)

Anexo 6: Registró de fallas manual Colombia (drenaje transversal)

Anexo 7: Evaluación hidráulica

Anexo 8: Clasificación por tipo de daños con sus respectivas acciones a tomar

Anexo 9: Costos de mantenimiento Sedeca

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1 Sistema drenaje en una vía	11
Figura 2.2 Partes de una alcantarilla	12
Figura 2.3 Partes de alcantarilla con caja colectora (poceta).....	13
Figura 2.4. Tipos de secciones más comunes de alcantarillas.....	14
Figura 2.5. Tipos de alcantarillas.....	14
Figura 2.6 Muros con vuelta	15
Figura 2.7 Muros con ala	16
Figura 2.8 Alcantarilla con fuerte pendiente.....	17
Figura 2.9 Secciones típicas de cunetas	19
Figura 2.10 Escalonamiento.....	27
Figura 2.11 Grieta	28
Figura 2.12 Desgaste.....	29
Figura 2.13 Desportillamiento de cuneta	30
Figura 2.14 Fracturamiento de la cuneta.....	31
Figura 2.15 Separación de cunetas.....	33
Figura 2.16 Obstrucción de cuneta.....	34
Figura 2.17 Obstrucción de disipadores, zanjas y canales	35
Figura 2.18 Grietas en los aleros, el muro cabezal o pantalla.....	37
Figura 2.19 Grietas en una tubería principal.....	38
Figura 2.20 Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y los aleros	39
Figura 2.21 fractura con pérdida total o parcial de tubería	40
Figura 2.22 Grietas o fracturamiento en canales disipadores	41
Figura 2.23 Separación de sección de tubería.....	42
Figura 2.24 Hundimiento o aplastamiento	43
Figura 2.25 Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aleros y tubería	44
Figura 2.26 Socavación del concreto	45
Figura 2.27 Deterioro y pérdida del mortero de pega en las uniones	46
Figura 2.28 Obstrucción de alcantarilla	47
Figura 2.29 Obstrucción de maleza.....	48

Figura 2.30 Esclerómetro	49
Figura 3.1 Mapa político del Departamento de Tarija	50
Figura 3.2 Mapa de la provincia Cercado	50
Figura 3.3 Ubicación geográfica del proyecto	51
Figura 3.4 Cabezal de entrada.....	53
Figura 3.5 Caja colectora	53
Figura 3.6 Caja colectora	54
Figura 3.7 Mediciones.....	54
Figura 3.8 Dimensiones detalladas	55
Figura 3.9 Mediciones.....	55
Figura 3.10 Medición de una grieta	55
Figura 3.11 Medición de cuneta.....	56
Figura 3.12 Formulario de campo para inventario de mantenimiento	58
Figura 3.13 Estaciones pluviograficas	113
Figura 3.14 Coeficientes de escurrimiento C.....	126
Figura 3.15 Cálculo de áreas auto CAD.....	128
Figura 3.16 Coeficientes de rugosidad.....	128
Figura 3.17 Disparos del esclerómetro.....	133
Figura 3.18 Marcación y disparos con el esclerómetro.....	133
Figura 3.19 Esquema de disparos con el esclerómetro	134
Figura 3.20 Accionar angular del esclerómetro	143
Figura 3.21 Puntos de disparo de un esclerómetro	148
Figura 3.22 Disparos del esclerómetro.....	148
Figura 3.23 Disparos del esclerómetro.....	148
Figura 3.24 Esquema de disparos un modulo	149
Figura 3.25 Memorias fotográficas	149
Figura 3.26 Memorias fotográficas	151
Figura 3.27 Alcantarillas según su grado de deterioro.....	157
Figura 3.28 Condiciones en porcentaje.....	157
Figura 3.29 Cunetas según su grado de deterioro	159
Figura 3.30 Condiciones en porcentaje.....	159

Figura 3.31 Alcantarillas diámetros vs progresivas	160
Figura 3.32 Resumen evaluación hidráulica de campo.....	162
Figura 3.33 Resumen de la evaluación estructural en campo	162
Figura 3.34 Severidad drenaje longitudinal	165

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1.1 Conceptualización y operacionalización.....	4
Tabla 2.1 Convección de cunetas.....	18
Tabla 2.2 Matriz diagnostico.....	22
Tabla 2.3 Matriz diagnostico.....	22
Tabla 2.4 Matriz diagnostico.....	24
Tabla 2.5 Matriz diagnostico.....	25
Tabla 2.6 Diagnostico de fallas.....	26
Tabla 2.7 Deterioros en drenajes transversales	36
Tabla 3.1 Progresivas inicial final del tramo	51
Tabla 3.2 Tabla de datos	52
Tabla 3.3 Obras existentes en el tramo	53
Tabla 3.4 Progresivas, longitudes de alcantarillas, caja colectora, cabezales.....	56
Tabla 3.5 Progresivas de cunetas	57
Tabla 3.6 Cunetas.....	61
Tabla 3.7 Alcantarillas	61
Tabla 3.8 Convención de cunetas.....	81
Tabla 3.9 Código según el tipo de daño.....	81
Tabla 3.10 Código según el tipo de daño.....	90
Tabla 3.11 Precipitación máxima en 24 horas	114
Tabla 3.12 Precipitación máxima en 24 horas	115
Tabla 3.13 Precipitación máxima en 24 horas	116
Tabla 3.14 Lluvias máximas diarias.....	119
Tabla 3.15 Lluvias Máximas.....	120
Tabla 3.16 Intensidad máx. Para periodos de duración menores a 12 horas	121

Tabla 3.17 Curvas IDF.....	121
Tabla 3.18 Tiempo de Retorno.....	122
Tabla 3.19 Tabla de datos	122
Tabla 3.20 Coeficientes de escurrimiento C	123
Tabla 3.21 Resultados de evaluación de cunetas	125
Tabla 3.22 Evaluación alcant. cruce	130
Tabla 3.23 Evaluación de alcantarillas de alivio.....	130
Tabla 3.24 Puntos de disparo de un esclerómetro.....	132
Tabla 3.25 Resumen del promedio de rebote (R)	143
Tabla 3.26 Planilla resumen evaluación ABC	156
Tabla 3.27 Resumen general alcantarillas.....	156
Tabla 3.28 Planilla resumen evaluación ABC	158
Tabla 3.29 Resumen general cunetas	159
Tabla 3.30 Resumen de la evaluación hidráulica y estructural	161
Tabla 3.31 Resumen con su respectiva acción de mantenimiento (Colombia).....	163
Tabla 3.32 Resumen con su respectiva acción de mantenimiento (Colombia).....	164
Tabla 3.33 Resumen manual (Colombia).....	166
Tabla 3.34 Resumen manual (Colombia).....	167
Tabla 3.35 Severidad drenaje transversal.....	168
Tabla 3.36 Resumen por identificación de obras de arte menor	168