

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“COMPARACIÓN DE ALCANTARILLAS DE SECCIÓN RECTANGULAR
Y CIRCULAR EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO
TIPO IV, TIPO V Y TIPO VI”**

Por:

GENNY MAGALY CRUZ MAMANI

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

JULIO DEL 2013

TARIJA – BOLIVIA

**“COMPARACIÓN DE ALCANTARILLAS DE SECCIÓN
RECTANGULAR Y CIRCULAR EN FUNCIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO TIPO IV, TIPO V Y TIPO VI”**

Realizado por:

GENNY MAGALY CRUZ MAMANI

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV - 502

TARIJA – BOLIVIA

El Tribunal Calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas, únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

A Dios por permitirme terminar la carrera y estar a mi lado en todo momento

A mis padres y mi hermana, quienes iluminaron constantemente mi vida, con su comprensión, cariño y abnegación lograron mi realización profesional.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por ser mi maestro y guía en todos los momentos de mi vida.

A mis padres por enseñarme que el estudio es muy importante para el ser humano.

A los docentes y al Técnico del Laboratorio de Hidráulica Abel Medina, que me transmitieron su experiencia y conocimientos.

PENSAMIENTO:

No dejes que los planes que tienes para ti sean más importantes que tú mismo.

Wayne W. Dyer

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I- INTRODUCCIÓN	
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.3.2 OBJETIVO GENERAL.-	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO	4
1.4.1 HIPÓTESIS DE PRIMER GRADO	4
1.4.2 HIPÓTESIS DE SEGUNDO GRADO	4
1.4.3 HIPÓTESIS DE TERCER GRADO	5
CAPITULO II - CONCEPTOS GENERALES DE ALCANTARILLAS	
2.1 ASPECTOS GENERALES	6
2.2 TIPOLOGÍA	6
2.2.1 ALCANTARILLA TRANSVERSAL	6
2.2.2 ALCANTARILLA LONGITUDINAL	7
2.3 TIPO Y SECCIÓN	7
2.4 MATERIALES	8
2.5 EMPLAZAMIENTO DE LAS ALCANTARILLAS	9
2.5.1 UBICACIÓN	9
2.5.2 ALINEAMIENTO	9
2.5.3 PENDIENTE	10
2.6 ABRASIÓN	11
2.7 CORROSIÓN	11
2.8 EROSIÓN	12
2.8.1 EROSIÓN EVOLUTIVA	12
2.8.2 EROSIÓN LOCALIZADA	13

CAPITULO III - HIDRAULICA DE ALCANTARILLAS

3.1 INTRODUCCIÓN	14
3.2 FLUJO EN CANALES ABIERTOS	14
3.2.1 CLASIFICACIÓN DEL FLUJO EN CANALES ABIERTOS	14
3.3 EFECTO DE LA GRAVEDAD	18
3.6.1 NÚMERO DE FROUDE.....	18
3.4 REGÍMENES DE FLUJO	20
3.5 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL.....	21
3.6.1 RELACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES MÁS FRECUENTES	23
3.6 ENERGÍA Y FENÓMENOS LOCALES EN CANALES ABIERTOS.....	28
3.6.1 ENERGÍA DEL FLUJO EN CANALES ABIERTOS.....	28
3.6.2 ENERGÍA ESPECÍFICA	33
3.6.3 FENÓMENOS LOCALES	36
3.7 FLUJO CRÍTICO	47
3.7.1 CRITERIO PARA EL ESTADO CRÍTICO DEL FLUJO	48
3.7.2 ECUACIÓN DEL RÉGIMEN CRÍTICO	53
3.8 FLUJO GRADUALMENTE VARIADO	59
3.8.1 DEFINICIÓN.....	59
3.8.2 CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES	60
3.8.3 ECUACIÓN DINÁMICA DE FLUJO GRADUALMENTE VARIADO ..	61
3.8.4 SECCIÓN DE CONTROL	65
3.9 HIDRÁULICA DE ALCANTARILLAS	67
3.9.1 FLUJO A TRAVÉS DE ALCANTARILLAS.....	68
3.9.2 COEFICIENTES DE GASTO PARA FLUJOS TIPO 4 Y6	74
3.9.3 COEFICIENTES DE GASTO PARA FLUJOS TIPO 5	74
CAPITULO IV - DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE MODELO	
4.1 INTRODUCCIÓN.-	75

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS DIMENSIONES DEL MODELO, EL ESPACIO Y EL CAUDAL DISPONIBLES.....	75
4.3 DISEÑO GEOMÉTRICO E HIDRÁULICO DEL MODELO:	76
4.4 CONSTRUCCIÓN , MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DEL MODELO	77
4.5 DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO	83
CAPITULO V - PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO	
5.1 VERIFICACIONES SEGÚN EL TIPO DE FLUJO QUE SE PRESENTAN EN LA ALCANTARILLAS	89
5.1.1 FLUJO TIPO IV	89
5.1.2 FLUJO TIPO V	91
5.1.3 FLUJO TIPO VI.....	93
5.2 CÁLCULO DE LOS CAUDALES PARA CADA TIPO DE FLUJO	95
5.2.1 CÁLCULO DEL CAUDAL PARA EL FLUJO TIPO IV	95
5.2.2 CÁLCULO DEL CAUDAL PARA EL FLUJO TIPO V.....	97
5.2.3 CÁLCULO DEL CAUDAL PARA EL FLUJO TIPO VI.....	99
5.3 RESUMEN DE CAUDALES	101
5.3.1 FLUJO TIPO IV	101
5.3.2 FLUJO TIPO V	103
5.3.3 FLUJO TIPO VI.....	105
5.4 CURVAS SUPERFICIALES.....	107
5.4.1 CURVAS SUPERFICIALES EN EL FLUJO TIPO IV	107
5.4.2 CURVAS SUPERFICIALES EN EL FLUJO TIPO V	115
5.4.3 CURVAS SUPERFICIALES FLUJO TIPO VI.....	123
5.5 VARIACIÓN Y LÍNEA DE ENERGÍA	131
5.5.1 FLUJO TIPO IV	131
5.5.2 FLUJO TIPO V	133
5.5.3 FLUJO TIPO VI.....	135
5.6 DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES EN LAS ALCANTARILLAS.....	137
5.6.1FLUJO TIPO IV	137

5.6.2 FLUJO TIPO V	141
5.6.3 FLUJO TIPO VI.....	145
5.7 ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	149
CONCLUSIONES.....	151
RECOMENDACIONES.....	152
BIBLIOGRAFÍA.....	153
ANEXOS	155

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 3-1: FLUJO UNIFORME PERMANENTE	16
FIGURA 3-2: FLUJO UNIFORME NO PERMANENTE.....	17
FIGURA 3-3: FLUJO RAPIDAMENTE VARIADO	17
FIGURA 3-4: FLUJO GRADUALMENTE VARIADO.....	18
FIGURA 3-5: RELACIÓN PROFUNDIDAD-VELOCIDAD PARA CUATRO REGÍMENES DE FLUJO EN CANALES ABIERTOS.....	20
FIGURA 3-6: ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL.....	21
FIGURA 3-7: SECCIÓN RECTANGULAR	23
FIGURA 3-8: SECCIÓN CIRCULAR.....	24
FIGURA 3-9: ENERGÍA TOTAL EN UNA SECCIÓN DE UN CANAL	28
FIGURA 3-10: ENERGÍA DE UN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO.....	29
FIGURA 3-11: LÍNEA DE ALTURAS TOTALES, PIEZOMÉTRICAS Y HORIZONTE DE ENERGÍA	31
FIGURA 3-12: ENERGIAS EN LAS SECCIONES 1 Y 2	32
FIGURA 3-13: CURVA DE ENERGÍA ESPECÍFICA	34
FIGURA 3-14: CURVA DE ENERGÍA ESPECÍFICA	35
FIGURA 3-15: RESALTO HIDRÁULICO	36
FIGURA 3-16: LUGARES APROPIADOS PARA FORMARSE EL RESALTO HIDRÁULICO.....	38
FIGURA 3-17: ELEMENTOS DEL RESALTO HIDRAULICO.....	38
FIGURA 3-18: VOLUMEN DE CONTROL	40
FIGURA 3-19: RESALTO ONDULADO	44
FIGURA 3-20: RESALTO DEBIL	44
FIGURA 3-21: RESALTO OSCILANTE	45

FIGURA 3-22: RESALTO ESTABLE	45
FIGURA 3-23: RESALTO FUERTE	45
FIGURA 3-24: UBICACIÓN DEL RESALTO HIDRÁULICO.....	46
FIGURA 3-25: RESALTO BARRIDO.....	46
FIGURA 3-26: RESALTO CLARO	47
FIGURA 3-27 RESALTO AHOGADO.....	47
FIGURA 3-28: SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL	48
FIGURA 3-29: CURVA DE ENERGÍA ESPECÍFICA	53
FIGURA 3-30: SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL	54
FIGURA 3-31: SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL RECTANGULAR.....	55
FIGURA 3-32: SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL RECTANGULAR.....	57
FIGURA 3-33 FLUJO GRADUALMENTE VARIADO	59
FIGURA 3-34: DEDUCCIÓN DE LA ECUACIÓN DE FLUJO GRADUALMENTE VARIADO	62
FIGURA 3-35: EJEMPLO DE UNA SECCIÓN DE CONTROL	66
FIGURA 3-36 VISTA EN PLANTA DE UNA ALCANTARILLA	67
FIGURA 3-37 DEFINICIÓN ESQUEMÁTICA DEL FLUJO EN ALCANTARILLAS	67
FIGURA 3-38 CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO EN ALCANTARILLAS	68

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 2.1: TIPOS USUALES DE ALCANTARILLAS	8
TABLA 3-1: SECCIONES TRANSVERSALES MÁS FRECUENTES	27
TABLA 3-3 CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO EN ALCANTARILLAS	69
TABLA 3-4: COEFICIENTES DE GASTO PARA ALCANTARILLAS RECTANGULARES Y CIRCULARES. FLUJO TIPO 4 Y 6 (BODHAINE, 1976) ...	74
TABLA 3.5: COEFICIENTES DE GASTO PARA ALCANTARILLAS RECTANGULARES O CIRCULARES A PANO EN PARED VERTICAL EN FUNCIÓN DE y_1/D, r/D O w/D, FLUJO TIPO 5 (BODHAINE, 1976).....	74
TABLA 4-1: DIMENSIONES PARA LA MODELACIÓN	76
TABLA 4-2: DISTRIBUCIÓN DE TOMAS PIEZOMÉTRICAS.....	76