

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO HIDRAULICO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD DE ALTO LAJAS”**

Por:

LUIS ALBERTO VICENTE CARI

**Diciembre del 2011
TARIJA-BOLIVIA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA OO. Y SS.

**“DISEÑO HIDRAULICO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD DE ALTO LAJAS”**

Por:

LUIS ALBERTO VICENTE CARI

Proyecto elaborado en la asignatura CIV - 502

Proyecto de Ingeniería Civil II

Diciembre del 2011
TARIJA-BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de presentación:

Calificación numeral:

Calificación literal:

Nombre y firma docente CIV 502:

EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de presentación y defensa:

Calificación numeral:

Calificación literal:

Nombre y firma tribunal 1:

Nombre y firma tribunal 2:

Nombre y firma tribunal 3:

CALIFICACIÓN FINAL:

Evaluación continúa (40%):

Evaluación final (60):

Calificación final:

Nombre y firma docente CIV 502:

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedicada a Carmen Cari Paco mi madre, Jaime Vicente Coca mi padre y Edith Carmen Vicente Cari mi hermana, que formaron parte en mi formación espiritual y profesional, gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme derecho a la vida, la salud y la educación.

A mi familia, por enseñarme a perseverar, darme apoyo moral y espiritual.

A mis compañeros, por formar parte del proceso de aprendizaje en la universidad.

ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen Ejecutivo	

CAPÍTULO I (INTRODUCCIÓN)

1.1 Título del Proyecto.....	1
1.2 Problema actual.....	1
1.2.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2.2 Formulación del problema.....	2
1.2.3 Sistematización del problema.....	3
1.3 Objetivos del proyecto.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación del proyecto.....	4
1.4.1 Justificación académica.....	4
1.4.2 Justificación técnica.....	5
1.4.3 Justificación social.....	5
1.5 Alcance del proyecto.....	5
1.6 Aspectos metodológicos.....	7

CAPÍTULO II (DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO)

2.1 Ubicación geográfica del proyecto.....	10
2.2 Acceso a la zona del proyecto.....	10
2.3 Descripción de la zona.....	11
2.4 Aspectos sociales.....	12
2.4.1 Población beneficiaria.....	12
2.4.2 Actitud de los comunarios ante el proyecto.....	13
2.5 Actividad económica de la población.....	13
2.6 Servicios básicos.....	13
2.6.1 Salud.....	13
2.6.2 Vivienda.....	14
2.6.3 Educación.....	14
2.7 Organizaciones.....	14

CAPÍTULO III (ESTUDIOS PRELIMINARES)

3.1 Estudio Topográfico.....	15
3.2 Estudio de la calidad del agua.....	15
3.3 Estudio hidrológico.....	17
3.3.1 Precipitaciones.....	18
3.3.2 Caudales.....	20
3.3.2.1 Caudal máximo.....	20
3.3.2.2 Caudal mínimo.....	24
3.3.2.3 Caudal Ecológico.....	33

CAPÍTULO IV (INGENIERÍA DEL PROYECTO)

4.1 Parámetros de diseño.....	34
4.1.1 Índice de crecimiento poblacional.....	34
4.1.2 Población horizonte.....	34
4.1.3 Dotación media diaria.....	36
4.1.4 Dotación futura.....	37
4.1.5 consumo medio diario.....	39
4.1.6 Consumo máximo diario.....	39
4.1.7 Consumo máximo horario.....	39
4.2 Componentes del sistema.....	41
4.2.1 Fuentes de abastecimiento y captación (obra de toma).....	41
4.2.2 Línea de aducción.....	42
4.2.3 Tratamiento.....	43
4.2.4 Tanque de almacenamiento.....	44
4.2.5.1 tipos de redes.....	46
4.2.5.1.1 Red abierta o ramificada.....	46
4.2.5.1.2 Red cerrada o anillada.....	46
4.2.5.1.3 Red mixta o combinada.....	46
4.2.5.2 Presiones de servicio.....	47
4.2.5.3 Velocidades.....	47
4.2.5.4 Diámetros mínimos.....	47
4.2.5.5 Pendientes.....	47
4.3 Diseño de obras civiles.....	48
4.3.1 Obra de toma.....	48
4.3.1.1 Diseño del azud derivador.....	49
4.3.1.1.1 Cálculo de la socavación.....	49
4.3.1.1.2 Cálculo de la carga hidráulica sobre el azud.....	51

4.3.1.1.3 Cálculo del coeficiente de descarga.....	52
4.3.1.1.4 Cálculo del perfil aerodinámico Creager.....	53
4.3.1.1.5 Diseño del cuenco de disipación.....	55
4.3.1.1.6 Cálculo de la estabilidad del azud derivador.....	57
4.3.1.1.6.1 Verificación al deslizamiento.....	59
4.3.1.1.6.2 Verificación al vuelco.....	60
4.3.1.2 Dimensionamiento de la tubería filtrante.....	60
4.3.1.3 Dimensionamiento de la tubería de admisión.....	63
4.3.1.4 Desarenador.....	64
4.3.1.5 Cámara de presión.....	66
4.3.2 Línea de aducción y red de distribución.....	70
4.3.2.1 Línea de aducción.....	70
4.3.2.2 Red de distribución.....	73
4.3.2.3 Puentes colgantes en el proyecto.....	77
4.3.2.3.1 Diseño del puente - 05.....	78
4.3.2.4 Cámaras rompe-presión en el proyecto.....	88
4.3.2.5 Válvulas de aire.....	89
4.3.2.6 Válvulas de purga.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 - CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO 2 - ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 3 - PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA

ANEXO 4 - CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ANEXO 5 - INFORME DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO 6 - INFORME DE LA CALIDAD DEL AGUA

ANEXO 7 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ANEXO 8 - FICHA AMBIENTAL

ANEXO 9 - CUADROS Y FIGURAS

ANEXO 10 – PLANOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 - Coberturas del agua potable en Bolivia.....	1
Cuadro 2.1 - Distancias al área del proyecto.....	10
Cuadro 2.2 - Número de beneficiarios según censo 2011.....	12
Cuadro 2.3 - Actividad socioeconómica por número de familias según censo 2011....	13
Cuadro 3.1 - parámetros de control y técnicas de análisis para agua potable.....	16
Cuadro 3.2 – Precipitaciones máximas en 24 h.....	19
Cuadro 3.3 – alturas de lluvia máxima horaria.....	22
Cuadro 3.4 – intensidades de lluvia.....	22
Cuadro 3.5 – Altura de precipitación (mm)	25
Cuadro 3.6 – Resumen precipitación anual – caudales medios anuales.....	28
Cuadro 3.7 – Valores de las pérdidas.....	29
Cuadro 3.8 – Características de las cuencas.....	31
Cuadro 3.9 - Datos primer aforamiento.....	32
Cuadro 3.10 - Datos segundo aforamiento.....	33
Cuadro 4.1 - Crecimiento poblacional.....	35
Cuadro 4.2 - Dotaciones medias.....	37
Cuadro 4.3 – Dotación futura.....	38
Cuadro 4.4 – valores de K2.....	40
Cuadro 4.5 – Distribución de consumos en el tiempo.....	40
Cuadro 4.6 – número de orificios tubería de infiltración (a).....	62
Cuadro 4.6 – número de orificios tubería de infiltración (b).....	62
Cuadro 4.7 – planilla de cálculo de la aducción.....	72
Cuadro 4.8 – Planilla de cálculo de la red de distribución (Hazen-Williams).....	75
Cuadro 4.9 – Planilla de cálculo de la red de distribución (Darcy-Weisbach).....	76
Cuadro 4.10 –Puentes en el trazo	77
Cuadro 4.11 – Planilla de dimensionamiento de las cámaras de presión.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Coordenadas de ubicación de la comunidad Alto Lajas.....	10
Figura 2.2 – Distribución de género.....	12
Figura 3.1 - Cuenca del proyecto.....	17
Figura 3.2 - Estaciones cercanas a la cuenca del proyecto.....	18
Figura 3.3 – curvas $ht - D - T$	22
Figura 3.4 – curvas $I - D - T$	23
Figura 3.5 - Estaciones próximas a la cuenca patrón (Guadalquivir).....	25
Figura 3.6 – probabilidades de precipitaciones mínimas.....	27
Figura 3.7 – fotografía del aforamiento.....	32
Figura 4.1 – Gráfico de crecimiento de la población.....	35
Figura 4.2 – Comportamiento de la dotación futura.....	38
Figura 4.3 – Distribución de los consumos en el tiempo.....	41
Figura 4.4 – Esquema de la obra de toma.....	48
Figura 4.5 – Tirante máximo mediante el software “HEC-RAS V. 4.0”.....	49
Figura 4.6 – socavación.....	49
Figura 4.7 – carga hidráulica sobre el azud.....	51
Figura 4.8 – Perfil Creager agua abajo.....	54
Figura 4.9 – Perfil Creager agua arriba.....	54

Figura 4.10 – Tirantes de diseño aguas debajo del azud derivador.....	55
Figura 4.11 – Fuerzas actuantes sobre el cuerpo del azud derivador.....	57
Figura 4.12 – distribución de los orificios de la tubería de infiltración.....	63
Figura 4.13 – tubería de admisión.....	63
Figura 4.14 – dimensiones de la tubería de admisión.....	64
Figura 4.15 – dimensiones del desarenador.....	66
Figura 4.16 – Esquema de dimensiones de la cámara de presión.....	67
Figura 4.17 – dimensiones de la cámara de presión.....	70
Figura 4.18 – Esquema de la red de distribución.....	73
Figura 4.19 – dimensiones de la columna.....	81
Figura 4.22 – Base de la zapata.....	83