

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



**DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA “SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO SAN BLAS”**

Por: Roberto Gandarillas Tejada

Junio de 2011
TARIJA-BOLIVIA

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



**DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA “SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO SAN BLAS”**

Por: Roberto Gandarillas Tejada

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Junio de 2011
TARIJA-BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

Fecha de Presentación: de de

NOTA DE EVALUACIÓN CONTINUA

Numeral:

Literal:

.....
Docente: Ing. Juan Carlos Loza Vélez

NOTA DE EVALUACIÓN DEFENSA PÚBLICA

Fecha de Defensa: de de

Calificación:

Numeral:

Literal:

TRIBUNAL:

Tribunal 1:

Firma

Tribunal 2:

Firma

Tribunal 3:

Firma

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

DEDICATORIAS:

El presente trabajo está dedicado a mi abuela (Teresa), a mis padres (José Luis y María Eugenia), a mis hermanos (José Luis, Mauricio, Mateo).

AGRADECIMIENTOS:

A mis docentes, por las enseñanzas y formación humana recibida en todo este tiempo de estudio; a mis amigos y familiares que me acompañaron en todo momento.

Gracias.

PENSAMIENTO:

Para el logro del triunfo siempre ha sido indispensable pasar por la senda de los sacrificios.

Simón Bolívar.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4. MARCO DE REFERENCIA.....	5
1.4.1. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	5
1.4.2. FORMULACIÓN DE LOS RESULTADOS A LOGRAR.....	6
1.5. OBJETIVOS.....	6
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.6. ALCANCE.....	7
1.7. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.7.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	8
1.7.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	9
1.7.3. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	9

CAPÍTULO II ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	10
2.2. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE DE LA ZONA.....	13
2.3. ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	13
2.3.1. TEMPERATURA.....	13
2.3.2. HUMEDAD RELATIVA.....	14
2.3.3. VIENTOS.....	14
2.3.4. PRECIPITACIÓN.....	15
2.4. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	16
2.4.1. POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	16
2.4.2. NÚMERO Y TAMAÑO PROMEDIO DE FAMILIAS.....	17
2.5. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	18
2.6. ASPECTOS SOCIALES (EDUCACIÓN).....	19
2.7. SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES.....	20
2.7.1. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.....	21
2.7.2. SALUD.....	22
2.7.3. INFRAESTRUCTURA VIAL.....	23
2.7.4. SERVICIOS DE TELEFONÍA.....	24
2.7.5. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	25
2.8. MODALIDADES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	26
2.9. INDUSTRIAS Y/O FÁBRICAS.....	28

CAPÍTULO III ESTUDIOS Y ENSAYOS PRELIMINARES

3.1. LEVANTAMIENTO DE CENSO POBLACIONAL.....	29
3.2. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.....	31
3.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	32
3.3.1. PLANIMETRÍA.....	34
3.3.2. ALTIMETRÍA.....	35
3.3.3. TAQUIMETRÍA.....	36
3.3.4. PRECISIÓN REQUERIDA.....	37
3.3.5. INSTRUCCIONES GENERALES.....	39
3.3.6. CÁLCULOS TOPOGRÁFICOS.....	40

CAPÍTULO IV PROPUESTA DEL PROYECTO

4.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y MATRIZ DE PLANIFICACIÓN.....	42
4.1.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROBLEMA QUE PRETENDE RESOLVER EL PROYECTO.....	42
4.1.2. RAZONES QUE LO JUSTIFICAN.....	43
4.2. PROYECCIÓN DE LA OFERTA, DEMANDA.....	44
4.2.1. ANÁLISIS DE DEMANDA.....	44
4.2.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	44
4.2.3. ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	47
4.2.4. PROYECCIÓN DE LA OFERTA.....	47
4.2.5. LA DEMANDA INSATISFECHA.....	47
4.2.6. EL PORCENTAJE ÓPTIMO DE COBERTURA.....	49
4.3. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	49
4.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	50
4.4.1. ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LA SELECCIÓN DEL MATERIAL UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN.....	50
4.4.2. ALTERNATIVAS CON RESPECTO A LOS TIPOS DE TRAZADO DE RED.....	53
4.5. ALTERNATIVA VIABLE.....	55

CAPÍTULO V PARÁMETROS BÁSICOS Y TÉCNICAS DE DISEÑO

5.1. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	56
5.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	59
5.3. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	59
5.3.1. PERIODO DE DISEÑO.....	59
5.3.2. POBLACIÓN DEL PROYECTO.....	61
5.3.2.1. MÉTODOS DE CÁLCULO.....	62

5.3.2.2. POBLACIÓN DE APORTE.....	62
5.3.3. TASA DE CRECIMIENTO.....	63
5.3.4. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.....	63
5.3.5. COEFICIENTES RELACIONADOS A LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES.....	65
5.3.5.1. COEFICIENTE DE APORTE O RETORNO (C).....	65
5.3.5.2. COEFICIENTES DE PUNTA.....	65
5.3.6. CAUDALES DE APORTE.....	68
5.3.6.1. CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS (Qe).....	69
5.3.6.2. CAUDAL POR INFILTRACIÓN (Qi).....	69
5.3.6.3. INDUSTRIALES (Qind).....	70
5.3.6.4. COMERCIALES (Qcom).....	71
5.3.6.5. INSTITUCIONES PÚBLICAS (Qip).....	71
5.3.7. CUANTIFICACIÓN DE LOS CAUDALES DE APORTE.....	72
5.3.7.1. CAUDAL MEDIO DIARIO (Qm).....	72
5.3.7.2. CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmaxdiario).....	73
5.3.7.3. CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmax).....	73
5.3.7.4. CAUDAL DE DISEÑO (Qd).....	74
5.4. CRITERIOS DE DISEÑO DE COLECTORES.....	74
5.4.1. PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS CONDUCTOS CIRCULARES.....	75
5.4.2. ECUACIONES PARA EL DISEÑO.....	75
5.4.2.1. ECUACIONES DE COLEBROOK - WHITE.....	76
5.4.2.2. ECUACIONES DE MANNING.....	77
5.4.2.3. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD.....	77
5.4.2.4. SECCIÓN LLENA.....	78
5.4.2.5. SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA.....	79
5.4.3. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD.....	80
5.4.4. DIÁMETRO MÍNIMO.....	80
5.4.5. CRITERIO DE LA TENSIÓN TRACTIVA.....	81
5.4.6. PENDIENTE MÍNIMA.....	83
5.4.7. PENDIENTE MÁXIMA ADMISIBLE.....	84
5.4.8. TIRANTE MÁXIMO DE AGUA.....	84
5.4.9. VELOCIDAD CRÍTICA.....	85
5.4.10. CONTROL DE REMANSO.....	85
5.5. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS PARA EL DISEÑO.....	85
5.5.1. PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN.....	85
5.5.1.1. RECUBRIMIENTO MÍNIMO A LA COTA CLAVE.....	86
5.5.1.2. CONEXIÓN DE RECARGAS DOMICILIARIAS.....	87
5.5.2. PROFUNDIDAD MÁXIMA.....	87
5.5.3. DIMENSIONES DEL ANCHO DE ZANJA.....	88
5.5.4. ANCHOS DE ZANJA PARA DOS O MÁS COLECTORES.....	89
5.6. DISEÑO GEOMÉTRICO - TRAZADO DE REDES.....	89
5.6.1. UBICACIÓN DE LOS COLECTORES.....	90
5.6.2. MEDICIÓN DE LONGITUDES.....	91

5.6.3. ÁREAS TRIBUTARIAS.....	91
5.6.4. DETERMINACIÓN DE LAS COTAS DE TERRENO.....	92
5.7. CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	92
5.7.1. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LA CÁMARA DE INSPECCIÓN.....	93
5.7.2. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	95
5.7.3. NUMERACIÓN DE LAS CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	95
5.7.4. DIMENSIONES DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	97
5.7.5. DISTANCIAS MÁXIMAS ENTRE CÁMARAS.....	97
5.7.6. CANALETAS MEDIA CAÑA.....	97
5.7.7. CÁMARAS CON CAÍDA.....	97
5.8. DISEÑO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS.....	98
5.8.1. CARGAS QUE SOPORTAN LAS ALCANTARILLAS Y CONDUCTOS SUBTERRANEOS.....	99
5.8.1.1. CARGAS MUERTAS SOBRE ALCANTARILLAS.....	99
5.8.1.2. CARGAS VIVAS SOBRE ALCANTARILLAS.....	100
5.8.2. CÁLCULO DE CARGAS MUERTAS SOBRE ALCANTARILLAS EN ZANJA.....	100
5.8.3. CÁLCULO DE LAS CARGAS VIVAS.....	101
5.8.4. CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN DE LA TUBERÍA.....	102

CAPÍTULO VI OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

6.1. CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO BÁSICO.....	104
6.2. OPERACIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONVENCIONAL.....	105
6.3. MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	106

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	---

ANEXOS

ANEXO A	TABLAS Y ÁBACOS
ANEXO B	ESTUDIO DE SUELOS
ANEXO C	DISEÑO HIRÁULICO
ANEXO D	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TUBERÍA
ANEXO E	CÓMPUTOS MÉTRICOS
ANEXO F	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ANEXO G	PRESUPUESTO TOTAL
ANEXO H	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ANEXO I	FICHA AMBIENTAL
ANEXO J	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
ANEXO K	CARTAS DE SOLICITUD
ANEXO L	PLANOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Población Por Sexo del Área de Influencia del Proyecto.....	16
Cuadro 2.2. Número y Tamaño Promedio de Familias.....	18
Cuadro 2.3. Ocupaciones Económicas.....	18
Cuadro 2.4. Número de Estudiantes de la Unidad Educativa "San Blas".....	20
Cuadro 2.5. Cobertura y Medios Para la Eliminación de Excretas.....	21
Cuadro 2.6. Servicios de Telefonía Fija (COSETT).....	24
Cuadro 2.7. Servicios Eléctricos (SETAR).....	25
Cuadro 2.8. Servicio de Recolección de Basura (EMAT).....	26
Cuadro 2.9. Destino de la Basura que No es Recolectada Por EMAT.....	27
Cuadro 4.1. Proyección de la Población.....	45
Cuadro 5.1. Periodo de Diseño (años).....	60
Cuadro 5.2. Dotación Media (l/hab/día) - Población.....	64
Cuadro 5.3. Valores del Coeficiente K2.....	68
Cuadro 5.4. Valores del Coeficiente Pöpel.....	68
Cuadro 5.5. Valores de Infiltración en Tuberías - Qi (l/s/m).....	70
Cuadro 5.6. Valores de las Rugosidades de las Tuberías.....	76
Cuadro 5.7. Pendientes Mínimas - Criterio de la Tensión Tractiva.....	82
Cuadro 5.8. Profundidad Mínima de Colectores.....	87
Cuadro 5.9. Dimensiones Recomendables de Zanja.....	88
Cuadro 6.1. Operación y Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Vista Aérea del Barrio "San Blas".....	2
Figura 1.2. Árbol de Problemas.....	4
Figura 2.1. Ubicación Geográfica.....	11
Figura 2.2. Vista Aérea del Barrio.....	12
Figura 2.3. Población Por Sexo.....	17
Figura 2.4. Ocupación Económica.....	19
Figura 2.5. Los Accesos al Barrio "San Blas".....	23
Figura 2.6. Porcentaje de Familias que Cuentan con COSETT.....	24
Figura 2.7. Porcentaje de Familias que Cuentan con SETAR.....	25
Figura 2.8. Alumbrado Público.....	26
Figura 2.9. Porcentaje de Familias que No Cuentan con EMAT.....	27
Figura 2.10. Acopio de Basura.....	28
Figura 4.1. Trazado Perpendicular o Espina de Pez.....	54
Figura 4.2. Trazado Interceptor.....	54
Figura 5.1. Relaciones Geométricas de la Sección Circular Parcialmente Llena.....	78
Figura 5.2. Algunas Alternativas de Trazado de Redes de Alcantarillado Sanitario.....	90
Figura 5.3. Delimitación de Áreas Tributarias de cada Tramo.....	91
Figura 5.4. Cámara de Inspección de Hormigón.....	94
Figura 5.5. Cámara de Inspección de Mampostería.....	94
Figura 5.6. Numeración de las Cámaras de Inspección.....	96