

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



**DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA “AVENIDA PRINCIPAL Y
ACCESOS DE CANASMORO”**

Por: Fabian Marcelo Rojas Aldana

Julio de 2011
TARIJA-BOLIVIA

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



**DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA “AVENIDA PRINCIPAL Y
ACCESOS DE CANASMORO”**

Por: Fabian Marcelo Rojas Aldana

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Julio de 2011
TARIJA-BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

Fecha de Presentación: de de

NOTA DE EVALUACIÓN CONTINUA

Numeral:

Literal:

.....
Docente: Ing. Trinidad Baldiviezo

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 mis padres (Roberto y M. Cristina), a mis hermanos (Roberto, Esteban, Valeria), a mi familia.

AGRADECIMIENTOS:

A mis docentes, por transmitirme sus conocimientos y formación humana recibida en todo este tiempo de estudio; a mis amigos que me acompañaron en todo momento.

Gracias.

ÍNDICE CONTENIDO

Página

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. ÁREA DE INFLUENCIA.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.6. METAS DEL PROYECTO.....	5
1.7. ALCANCE DEL PROYECTO.....	6
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	7
2.1.1. DISEÑO PLANIMÉTRICO.....	7
2.1.1.1. MODELACION DE LA SUPERFICIE.....	7
2.1.1.1.1. TRABAJO DE CAMPO.....	8
2.1.1.1.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	9
2.1.1.1.2. TRABAJO DE GABINETE.....	12
2.1.1.1.2.1. CURVAS DE NIVEL.....	12
2.1.1.2. TRAZADO DE EJE PLANIMÉTRICO.....	12
2.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	13
2.1.2.1. FUNCIÓN DE LA CARRETERA.....	13
2.1.2.2. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	14
2.1.2.2.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL TRÁFICO EN MUNICIPIO DE SAN LORENZO.....	14
2.1.2.2.2. TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO.....	15
2.1.2.3. PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	15
2.1.2.4. EQUIPAMIENTO DE TRANSPORTE.....	16
2.1.2.5. TRÁFICO VEHICULAR.....	16
2.1.2.6. SEÑALIZACIÓN.....	16

2.1.2.7.	PARQUE AUTOMOTOR.....	16
2.1.2.8.	INFRAESTRUCTURA VIAL.....	17
2.1.2.8.1.	RED FUNDAMENTAL.....	18
2.1.2.8.2.	RED DEPARTAMENTAL.....	18
2.1.2.8.3.	RED DEPARTAMENTAL DE 1° ORDEN.....	18
2.1.2.8.4.	RED PEATONAL.....	19
2.1.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	19
2.1.3.1.	VELOCIDAD DE PUNTO.....	19
2.1.3.2.	VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL.....	20
2.1.3.3.	VELOCIDAD CRUCERO.....	21
2.1.3.4.	VELOCIDAD DE PROYECTO.....	21
2.1.4.	ESTUDIO DE VOLUMENES.....	21
2.1.4.1.	CLASIFICACIÓN.....	22
2.1.4.1.1.	CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO.....	22
2.1.4.1.2.	CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN A SUS CARACTERISTIVAS GEOMÉTRICAS.....	22
2.1.4.1.3.	CLASIFICACIÓN POR USO QUE PRESTAN.....	23
2.1.4.2.	TRÁFICO PROMEDIO HORARIO (TPH).....	23
2.1.4.3.	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO (TPD).....	23
2.1.4.4.	PROYECCION DE VOLUMEN DE TRÁFICO.....	24
2.1.4.4.1.	TRÁFICO ACTUAL.....	24
2.1.4.4.2.	TRÁFICO EXISTENTE.....	24
2.1.4.4.3.	TRÁFICO ATRAIDO.....	24
2.1.4.5.	INCREMENTO DE TRÁFICO.....	25
2.1.4.5.1.	CRECIMIENTO NORMAL DE TRÁFICO.....	25
2.1.4.5.2.	TRÁFICO GENERADO.....	25
2.1.4.5.2.1.	TRÁFICO INDUCIDO.....	25
2.1.4.5.2.2.	TRÁFICO CONVERTIDO.....	26
2.1.4.5.2.3.	TRÁFICO TRASLADO.....	26
2.1.4.5.3.	TRÁFICO DESARROLLADO.....	26
2.1.4.6.	TRÁFICO FUTURO.....	26

2.1.5. HIDROLOGÍA Y DRENAJE.....	26
2.1.5.1. DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE.....	26
2.1.5.1.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	27
2.1.5.1.2. PRECIPITACIONES MÁXIMAS CAÍDAS EN 24 HORAS.....	28
2.1.5.1.3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN.....	29
2.1.5.1.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	30
2.1.5.1.5. FÓRMULAS DE DISEÑO.....	31
2.1.5.1.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS.....	32
2.1.5.1.7. PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS MENORES A 2 HORAS.....	32
2.1.5.1.8. CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA.....	33
2.1.5.1.9. PERIODO DE RETORNO UTILIZADO PARA EL DISEÑO.....	33
2.1.5.1.10. PRECIPITACIONES MÁXIMAS MENORES A 2 HORAS.....	34
2.1.5.1.11. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO....	34
2.1.5.1.12. DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLA DE CRUCE.....	35
2.1.5.1.12.1. GASTO DE DISEÑO.....	35
2.1.5.1.12.2. CARGA HIDRÁULICA EN LA ENTRADA O PROFUNDIDAD DE REMANSO.....	36
2.1.5.1.12.3. ALTURA EN LA SALIDA.....	36
2.1.5.1.12.4. VELOCIDAD DE SALIDA.....	36
2.1.5.1.12.5. FORMA DE LA ENTRADA Y LA SALIDA....	37
2.1.5.1.12.6. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO.....	37
2.1.5.1.13. DISEÑO DE ESTRUCTURAL DE LA ALCANTARILLA.....	37

2.1.5.1.13.1.	NORMA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	37
2.1.5.1.13.2.	MATERIALES.....	37
2.1.5.1.13.3.	CARGAS EN LA ALCANTARILLA.....	38
2.1.5.1.13.3.1.	CARGA MUERTA.....	38
2.1.5.1.13.3.2.	CARGA VIVA.....	38
2.1.5.1.13.3.3.	EMPUJE LATERAL.....	38
2.1.5.1.13.4.	CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA ARMADURA.....	39
2.1.5.2.	DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	41
2.1.5.2.1.	PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO.....	42
2.1.5.2.2.	FRECUENCIA DE LLUVIA.....	42
2.1.5.2.3.	ECUACIÓN DE LLUVIAS.....	43
2.1.5.2.4.	ÁREAS DE DRENAJE.....	43
2.1.5.2.5.	TIEMPO DE DURACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES.....	43
2.1.5.2.6.	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	44
2.1.5.2.7.	CAUDALES DE PROYECTO.....	44
2.1.5.2.8.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES.....	45
2.1.5.2.9.	CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	47
2.1.5.2.10.	BOCA TORMENTAS.....	48
2.1.5.2.11.	CARGAS SOBRE CONDUCTOS ENTERRADOS.....	50
2.1.5.2.11.1.	ESTUDIO DE CARGAS.....	51
2.1.5.2.11.2.	TIPOS DE CARGAS.....	51
2.1.5.2.11.2.1.	CÁLCULO DE CARGAS MUERTAS....	51
2.1.5.2.11.2.2.	CÁLCULO DE CARGAS VIVAS.....	52
2.1.5.2.11.3.	CÁLCULO DE CARGAS TOTALES O DE DISEÑO Y FACTOR DE	52
2.1.5.3.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	53
2.1.5.3.1.	DISTANCIA DE FRENADO.....	53
2.1.5.4.	DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO.....	54

2.1.5.5. VEHÍCULO TIPO.....	54
2.1.5.5.1. ELECCION DEL VEHÍCULO TIPO.....	55
2.1.5.6. ANCHO DE CALZADA.....	55
2.1.6. RADIOS MÍNIMOS EN CURVAS HORIZONTALES.....	56
2.1.7. SOBRECANTO EN CURVAS CIRCULARES.....	56
2.2. DISEÑO ALTIMÉTRICO.....	56
2.2.1. PERFIL LONGITUDINAL.....	57
2.2.2. DISEÑO DE LA RAZANTE O SUB RAZANTE.....	58
2.2.2.1. ENLACE DE LA RASANTE O SUB RASANTE.....	58
2.2.3. MOVIMIENTO DE TIERRA.....	61
2.2.4. CÁLCULO DE VOLUMENES.....	61
2.2.5. CORRECCIÓN DE VOLUMES.....	62
2.2.6. DIAGRAMA DE MASAS.....	63
2.3. DISEÑO DE LAS INTERSECCIONES.....	63
2.4. DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.....	64
2.4.1. ESTUDIO DE SUELOS	64
2.4.1.1. GRANULOMETRÍA	64
2.4.1.2. LIMITES DE ATERBERG.....	66
2.4.1.3. ESTUDIO DE COMPACTACIÓN.....	69
2.4.1.4. ESTUDIO DE CBR.....	72
2.4.2. DISEÑO DE ALTERNATIVAS PAVIMENTO.....	74
2.4.2.1. PAVIMENTO FLEXIBLE.....	74
2.4.2.1.1. VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO.....	75
2.4.2.1.2. VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TRÁNSITO.....	76
2.4.2.1.2.1. CONVERSIÓN DE LOS VEHÍCULOS A ESAL/VEHÍCULO.....	76
2.4.2.1.3. CONFIABILIDAD (R).....	77
2.4.2.1.4. CRITERIOS PARA DETERMINAR LA SERVICIABILIDAD.....	77
2.4.2.1.5. DETERMINACIÓN DE ESPESORES.....	78
2.5. SEÑALIZACIÓN.....	83

2.5.1. TIPOS DE SEÑALES.....	83
2.5.1.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	84
2.5.1.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	86
2.5.1.2.1. SEÑALIZACIÓN RESTRICATIVAS.....	86
2.5.1.2.2. SEÑALIZACIÓN PREVENTIVAS.....	89
2.5.1.2.3. SEÑALES INFORMATIVAS.....	92
2.5.1.2.3.1. SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN.....	92
2.5.1.2.3.2. SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO.....	93
2.5.1.2.3.3. SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL.....	94
2.5.1.2.3.4. SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIOS Y TURÍSTICAS.....	95
3. INGENIERÍA DE PROYECTO.....	97
3.1. POBLACIÓN BENEFICIARIA.....	97
3.1.1. COMUNIDADES BENEFICIADAS.....	97
3.1.2. ASPECTOS SOCIALES DE LA ZONA DE PROYECTO.....	99
3.1.2.1. DEMOGRAFÍA.....	99
3.1.2.2. SALUD.....	101
3.1.2.3. PIB DEL MUNICIPIO DE SAN LORENZO.....	101
3.2. UBICACIÓN.....	102
3.3. EXTENSIÓN.....	102
3.4. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	102
3.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	102
3.4.1.1. CONDICIONES DE TRÁFICO.....	102
3.4.1.1.1. TRÁFICO PÚBLICO Y URBANO.....	103
3.4.1.2. ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	104
3.4.1.2.1. VELOCIDAD DE PUNTO.....	104
3.4.1.2.2. VELOCIDAD MEDIA DE CIRCULACIÓN.....	105
3.4.1.2.3. VELOCIDAD DE PROYECTO.....	106
3.4.1.3. ESTUDIO DE VOLUMENES.....	107
3.4.1.3.1. TRÁFICO PROMEDIO HORARIO (TPH).....	107

3.4.1.3.2.	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO (TPD).....	107
3.4.1.3.3.	PROYECCIÓN DE VOLUMEN DE TRÁFICO.....	108
3.4.1.4.	TRÁFICO ACTUAL.....	108
3.4.1.4.1.	TRÁFICO EXISTENTE.....	108
3.4.1.4.2.	TRÁFICO ATRAIDO.....	108
3.4.1.5.	INCREMENTO DE TRÁFICO.....	111
3.4.1.5.1.	CRECIMIENTO NORMAL DE TRÁFICO.....	111
3.4.1.5.2.	TRÁFICO GENERADO.....	112
3.4.1.5.2.1.	TRÁFICO INDUCIDO.....	112
3.4.1.5.2.2.	TRÁFICO CONVERTIDO.....	112
3.4.1.5.2.3.	TRÁFICO TRASLADO.....	112
3.4.1.5.3.	TRÁFICO DESARROLLADO.....	112
3.4.2.	DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE.....	113
3.4.2.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	114
3.4.2.2.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS CAÍDAS EN 24 HORAS.....	114
3.4.2.3.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN.....	115
3.4.2.4.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	116
3.4.2.4.1.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE DISEÑO.....	117
3.4.2.5.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS.....	117
3.4.2.6.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS MENORES A 2 HORAS.....	119
3.4.2.7.	CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA.....	120
3.4.2.8.	PERIODO DE RETORNO UTILIZADO PARA EL DISEÑO.....	121
3.4.2.9.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS MENORES A 2 HORAS.....	122
3.4.2.10.	CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO.....	124

3.4.3.	DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLA DE CRUCE.....	125
3.4.3.1.	GEOMETRÍA DE LA ALCANTARILLA.....	125
3.4.3.2.	CURVAS DE DESCARGA DEL CANAL.....	126
3.4.4.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ALCANTARILLA.....	127
3.4.4.1.	NORMA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	127
3.4.4.2.	MATERIALES.....	128
3.4.4.3.	CARGAS EN LA ALCANTARILLA.....	128
3.4.4.3.1.	CARGA MUERTA.....	128
3.4.4.3.2.	PESO DE RELLENO.....	128
3.4.4.3.3.	CARGA VIVA.....	128
3.4.4.3.3.1.	SOBRECARGA DE USO.....	128
3.4.4.3.3.2.	EMPUJE LATERAL.....	129
3.4.4.4.	CÁLCULO DE ESCUERZOS INTERNO.....	131
3.4.4.5.	CÁLCULO DE LA ARMADURA.....	136
3.4.5.	DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	137
3.4.5.1.	PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO.....	137
3.4.5.2.	FRECUENCIA DE LLUVIA.....	137
3.4.5.3.	ECUACIÓN DE LLUVIAS.....	137
3.4.5.4.	ÁREAS DE DRENAJE.....	139
3.4.5.5.	TIEMPO DE DURACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES.....	140
3.4.5.6.	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	140
3.4.5.7.	CAUDALES DE PROYECTO.....	140
3.4.5.8.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES.....	141
3.4.6.	BOCA TORMENTAS.....	144
3.4.7.	CARGAS SOBRE CONDUCTOS ENTERRADOS.....	145
3.4.7.1.	ESTUDIO DE CARGAS.....	145
3.4.7.2.	TIPOS DE CARGAS.....	145
3.4.7.2.1.	CÁLCULO DE CARGAS MUERTAS.....	145
3.4.7.2.2.	CÁLCULO DE CARGAS VIVAS.....	146

3.4.7.2.3.	CÁLCULO DE CARGAS TOTALES O DE DISEÑO Y FACTOR DE CARGA.....	147
3.5.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	149
3.5.1.	DISTANCIA DE FRENADO.....	149
3.5.2.	DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO.....	149
3.5.3.	VEHÍCULO TIPO.....	150
3.5.3.1.	ELECCION DEL VEHÍCULO TIPO.....	150
3.5.3.2.	ANCHO DE CALZADA.....	150
3.5.4.	RADIOS MÍNIMOS EN CURVAS HORIZONTALES.....	150
3.5.5.	SOBREANCHO EN CURVAS CIRCULARES.....	151
3.5.6.	CARACTERÍSTICAS Y RECOMENDACIONES URBANÍSTICAS.....	152
3.5.7.	LINEA DEFINITIVA PLANIMÉTRICA DE DISEÑO.....	153
3.5.8.	ELECCIÓN DE LA SECCIÓN TIPO.....	154
3.5.9.	DISEÑO DE OCHAVES.....	155
3.6.	DISEÑO ALTIMÉTRICO.....	155
3.6.1.	DISEÑO DE LA RAZANTE O SUB RAZANTE.....	155
3.6.1.1.	ENLACE DE LA RASANTE O SUB RASANTE.....	156
3.6.2.	DIAGRAMA DE MASAS.....	157
3.7.	DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.....	158
3.7.1.	ESTUDIO DE SUELOS	158
3.7.2.	DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO.....	158
3.7.2.1.	PAVIMENTO FLEXIBLE.....	159
3.7.2.1.1.	VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO.....	159
3.7.2.1.2.	VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TRANSITO.....	159
3.7.2.1.2.1.	CONVERSION DE LOS VEHÍCULOS A ESAL/VEHÍCULO.....	159
3.7.2.1.3.	CONFIABILIDAD (R).....	160
3.7.2.1.4.	CRITERIOS PARA DETERMINAR LA SERVICIABILIDAD.....	161
3.7.2.1.5.	DETERMINACIÓN DE ESPESORES.....	161

3.8. SEÑALIZACIÓN.....	164
3.8.1. TIPOS DE SEÑALES.....	164
3.8.1.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	164
3.8.1.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	164
3.9. FICHA AMBIENTAL.....	164
3.9.1. CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTO.....	165
3.9.2. METODOLOGÍA ETE.....	166
3.10. CÓMPUTOS MÉTRICOS	168
3.10.1. DIAGRAMA DE MASAS.....	171
3.11. COSTOS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	171
3.11.1. COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO.....	171
3.11.2. CAPITAL DE INVERSIÓN.....	172
3.11.3. PARÁMETROS DE COSTOS DE EQUIPO.....	172
3.11.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	173
3.11.4.1. COSTOS DE MATERIALES.....	174
3.11.4.2. COSTO DE MANO DE OBRA.....	174
3.11.4.3. COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.....	174
3.11.4.3.1. RENDIMIENTOS.....	174
3.11.4.3.1.1. RENDIMIENTO DE EQUIPO DE EXCAVACIÓN.....	175
3.11.4.3.1.2. RENDIMIENTO EQUIPOS DE TRASLADO DE MATERIAL.....	176
3.11.4.3.1.3. EQUIPO DE CONFORMACIÓN.....	177
3.11.4.3.1.4. EQUIPO DE COMPACTADO.....	177
3.11.4.3.1.5. EQUIPO PARA EL REGADO DE MATERIAL.....	178
3.11.4.4. IMPUESTOS IVA E IT.....	179
3.11.4.5. DESGASTE DE HERRAMIENTAS.....	179
3.11.4.6. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS.....	179
3.11.4.7. UTILIDADES.....	179

3.12. INFORMES COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	180
3.12.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	183
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	186
4.1. CONCLUSIONES.....	186
4.2. RECOMENDACIONES.....	188
BIBLIOGRAFÍA.....	189

ÍNDICE TABLAS**PÁGINA**

TABLA 1	PRIORIZACIÓN DE ACTIVIDADES SEGÚN REUNIONES DISTRITALES..	3
TABLA 2	PROGRESIVA DE UBICACIÓN DE ACCESOS SEGÚN AVENIDA PRINCIPAL CANASMORO.....	12
TABLA 3	CIUDAD DE SAN LORENZO: SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CALLES AÑO 2007.....	14
TABLA 4	PRECIPITACIONES MÁXIMAS CERCANAS CANASMORO.....	28
TABLA 5	CONFIABILIDAD RECOMENDADA POR LA AASHTO.....	75
TABLA 6	SUGERENCIA DE ESPESORES DE CAPAS SEGÚN ESAL´S.....	76
TABLA 7	GRANULOMETRÍA PARA CAPA BASE.....	81
TABLA 8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ESTUDIO DE SUELOS PARA UNA CAPA BASE GRANULAR.....	81
TABLA 9	CALIFICACIÓN DE DRENAJE.....	82
TABLA 10	COEFICIENTES DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	83
TABLA 11	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: COMUNIDADES Y POBLACIÓN POR DISTRITOS 2007.....	101
TABLA 12	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: TIPOS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EN LAS COMUNIDADES, 2007.....	101
TABLA 13	CIUDAD DE SAN LORENZO: SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CALLES AÑO 2007.....	103
TABLA 14	CIUDAD DE SAN LORENZO: PARQUE AUTOMOTOR DEL TRANSPORTE PÚBLICO; AUTOS.....	103
TABLA 15	CIUDAD DE SAN LORENZO: PARQUE AUTOMOTOR DEL TRANSPORTE PÚBLICO; TRUFIS.....	104
TABLA 16	RESÚMENES DE VELOCIDAD DE PUNTO.....	104
TABLA 17	VELOCIDAD MEDIA DE CIRCULACIÓN “TOMATAS GRANDE”.....	105
TABLA 18	VELOCIDAD MEDIA DE CIRCULACIÓN “CIUDAD”.....	105
TABLA 19	VELOCIDAD DE DISEÑO.....	106
TABLA 20	TRÁFICO PROMEDIO HORARIO (TPH).....	107
TABLA 21	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO (TPD).....	108

TABLA 22	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: EVOLUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR POR TIPO DE VEHÍCULO.....	109
TABLA 23	ESTIMACIÓN DE TRÁFICO PARA LOS AÑOS DE ESTUDIO.....	111
TABLA 24	PRECIPITACIONES MÁXIMAS CERCANAS CANASMORO.....	114
TABLA 25	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE LAS ESTACIÓN CERCANAS A CANASMORO.....	115
TABLA 26	RESULTADO Y PARÁMETROS DE LAS FÓRMULAS EMPÍRICAS.....	116
TABLA 27	RESULTADO DEL CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS.....	117
TABLA 28	PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS.....	118
TABLA 29	PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS > A 2 HORAS.....	119
TABLA 30	INTENSIDADES MÁXIMAS > A 2 HORAS.....	121
TABLA 31	PERIODOS DE RETORNO EN FUNCIÓN AL TIPO DE ÁREA A PROTEGER.....	122
TABLA 32	PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS < A 2 HORAS.....	123
TABLA 33	INTENSIDADES MÁXIMAS PARA TIEMPOS < A 2 HORAS.....	124
TABLA 34	CURVA DE DESCARGA DEL CANAL.....	126
TABLA 35	FRECUENCIAS DE DISEÑO.....	137
TABLA 36	PRECIPITACIONES E INTENSIDADES MÁXIMAS HORARIAS < 2 HORAS.....	138
TABLA 37	COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL.....	140
TABLA 38	TABLA GENERAL DE CÁLCULO ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	142
TABLA 39	RÉGIMEN HIDRÁULICO.....	143
TABLA 40	TABLA GENERAL DE CÁLCULO DE BOCA TORMENTAS Y ACOMETIDAS.....	144
TABLA 41	TABLA GENERAL DE CÁLCULO CARGAS MUERTAS.....	146
TABLA 42	TABLA GENERAL DE CÁLCULO CARGAS VIVAS.....	147
TABLA 43	TABLA GENERAL DE CÁLCULO CARGAS TOTALES Y FACTORES DE CARGAS.....	148
TABLA 44	VELOCIDAD DE PROYECTO VS DISTANCIA DE FRENADO.....	149

TABLA 45	VELOCIDAD DE PROYECTO VS DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO.....	149
TABLA 46	VELOCIDAD DE PROYECTO VS RADIO MÍNIMO.....	151
TABLA 47	SOBREANCHO EN CURVAS CIRCULARES.....	151
TABLA 48	PARÁMETROS DE DISEÑO EN PLANTA.....	153
TABLA 49	PENDIENTES MÁXIMAS.....	156
TABLA 50	PUNTOS OBLIGADOS ALTIMÉTRICOS.....	157
TABLA 51	CURVAS VERTICALES.....	157
TABLA 52	RESUMEN DE ESTUDIO DE SUELOS.....	158
TABLA 53	PERIODO DE DISEÑO.....	159
TABLA 54	CALCULO DE ESAL ´S DE DISEÑO.....	160
TABLA 55	CONFIABILIDAD.....	160
TABLA 56	DATOS DE LOS MATERIALES DE DISEÑO.....	162
TABLA 57	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL DEL PROYECTO.....	164
TABLA 58	SEÑALIZACIÓN VERTICAL DEL PROYECTO.....	164
TABLA 59	CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	169
TABLA 60	RENDIMIENTOS GENERALES EQUIPOS PROPUESTOS.....	179
TABLA 61	COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	181
TABLA 62	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	184

ÍNDICE GRÁFICAS**PÁGINA**

GRÁFICO 1	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
GRÁFICO 2	MAPA TOPOGRÁFICO DE MUNICIPIO SAN LORENZO.....	10
GRÁFICO 3	MAPA DE PENDIENTES DE MUNICIPIO DE SAN LORENZO.....	11
GRÁFICO 4	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: MAPA DE VÍAS PRINCIPALES.....	17
GRÁFICO 5	DESCOMPOSICIÓN DE LA PRESIÓN.....	38
GRÁFICO 6	CROQUIS DE CÁMARA DE INSPECCIÓN.....	48
GRÁFICO 7	SISTEMA CORDÓN CUNETA.....	50
GRÁFICO 8	CLASES DE CURVAS VERTICALES.....	59
GRÁFICO 9	NÚMERO ESTRUCTURAL.....	78
GRÁFICO 10	PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL ESPESOR.....	79
GRÁFICO 11	COEFICIENTE ESTRUCTURAL A_1 MÓDULO RESILIENTE DEL CONCRETO ASFÁLTICO.....	80
GRÁFICO 12	VARIACIÓN DEL COEFICIENTE A_2 PARA RESISTENCIA DE LA CAPA BASE GRANULAR.....	80
GRÁFICO 13	VARIACIÓN DEL COEFICIENTE A_3 PARA RESISTENCIA DE LA CAPA SUBBASE	82
GRÁFICO 14	SEÑALES RESTRICATIVAS.....	87
GRÁFICO 15	SEÑALES PREVENTIVAS.....	91
GRÁFICO 16	SEÑALES INFORMATIVAS.....	95
GRÁFICO 17	UBICACIÓN DE CANASMORO EN EL MUNICIPIO DE SAN LORENZO... 	98
GRÁFICO 18	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: PIRÁMIDE POBLACIONAL 2001.....	100
GRÁFICO 19	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: PORCENTAJE DE POBLACIÓN POR DISTRITOS;2007.....	100
GRÁFICO 20	CIUDAD DE SAN LORENZO: PIB PERIODO 2001-2007 (EN MILLONES DE Bs.).....	102
GRÁFICO 21	TRÁFICO PROMEDIO HORARIO (TPH).....	107
GRÁFICO 22	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: EVOLUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR.....	109

GRÁFICO 23	MUNICIPIO DE SAN LORENZO: PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS PARA 10 AÑOS.....	110
GRÁFICO 24	RESULTADO Y PARÁMETROS DE LAS FORMULAS EMPÍRICAS.....	117
GRÁFICO 25	PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS EN DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.....	118
GRÁFICO 26	PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS < A 2 HORAS.....	120
GRÁFICO 27	INTENSIDADES MÁXIMAS > A 2 HORAS.....	121
GRÁFICO 28	PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS < A 2 HORAS.....	123
GRÁFICO 29	INTENSIDADES MÁXIMAS PARA TIEMPOS < A 2 HORAS.....	124
GRÁFICO 30	DESCARGA DE LA ALCANTARILLA CON EL CAUDAL DE DISEÑO (21,56 M³/S).....	126
GRÁFICO 31	CURVA DE DESCARGA (CAUDAL VS ALTURA DE AGUA EN LA CABECERA DE LA ALCANTARILLA).....	127
GRÁFICO 32	VISTA EN PLANTA DE LA ALCANTARILLA.....	136
GRÁFICO 33	PRECIPITACIONES MÁXIMAS HORARIAS < 2 HORAS.....	138
GRÁFICO 34	INTENSIDADES DE DISEÑO.....	139
GRÁFICO 35	SECCIÓN TIPO.....	155
GRÁFICO 36	ESPEORES DE LAS CAPAS DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.....	163
GRÁFICO 37	CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS PARA SU IMPACTO AMBIENTAL.....	167
GRÁFICO 38	PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE COSTOS TOTALES DE INSUMOS...	183

ANEXO A	PUNTOS TOPOGRÁFICOS
ANEXO B	COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO
ANEXO C	CÁLCULO DE ARMADURAS
ANEXO D	ESTUDIO DE SUELOS
ANEXO E	FICHA AMBIENTAL
ANEXO F	CÓMPUTOS MÉTRICOS
ANEXO G	PRECIOS UNITARIOS
ANEXO H	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
ANEXO I	PLANOS

**PLANO N°1.-PLANO BIMODAL AVENIDA PRINCIPAL PROG.
0+000 A 0+950**

**PLANO N°2.-PLANO BIMODAL AVENIDA PRINCIPAL PROG.
0+950 A 1+900**

**PLANO N°3.-PLANO BIMODAL AVENIDA PRINCIPAL PROG.
1+900 A 2+320, ACCESO 1, ACCESO 2**

PLANO N°4.-PLANO BIMODAL ACCESO 3, ACCESO 4, ACCESO 5.

**PLANO N°5.-GEOMETRIA Y ARMADURA DE LA ALCANTARILLA
DE CRUCE**

**PLANO N°6.-PLANO SECCIONES TRANSVERSALES AVENIDA
PRINCIPAL PROG. 0+000 A 0+640.**

**PLANO N°7.-PLANO SECCIONES TRANSVERSALES AVENIDA
PRINCIPAL PROG. 0+660 A 1+360**

**PLANO N°8.-PLANO SECCIONES TRANSVERSALES AVENIDA
PRINCIPAL PROG. 1+380 A 2+120**

**PLANO N°9.-PLANO SECCIONES TRANSVERSALES AVENIDA
PRINCIPAL PROG. 2+140 A 2+320, TABLA DE VOLUMENES
ACUMULADOS DE CORTE Y RELLENO**

**PLANO N°10.-PLANO SECCIONES TRANSVERSALES ACCESOS 1
Y 2, TABLA DE VOLUMENES ACUMULADOS DE CORTE Y
RELLENO**

**PLANO N°11.-PLANO SECCIONES TRANSVERSALES ACCESOS 3,
4 Y 5, TABLA DE VOLUMENES ACUMULADOS DE CORTE Y
RELLENO**

**PLANO N°12.-DIAGRAMA DE MASAS DE LA AVENIDA
PRINCIPAL Y ACCESOS 1, 2, 3, 4 Y 5**